

A 23443

На правах рукописи

Л. И. БОРОВ

**ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЯ
И ПОТРЕБЛЕНИЯ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
ПИТАНИЯ
КАРТОФЕЛЕМ И ТОПИНАМБУРОМ
В УСЛОВИЯХ МОНОКУЛЬТУРЫ**

(538 — растениеводство)

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Москва — 1971

УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ имени ПАТРИСА ЛУМУМБИ

Кафедра растениеводства

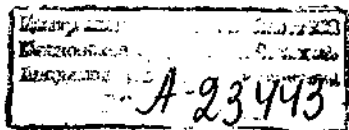
На правах рукописи

Л.И.Боров

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЯ
И ПОТРЕБЛЕНИЯ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ
КАРТОФЕЛЕМ И ТОПИНАМБУРОМ В УСЛОВИЯХ МОНОКУЛЬТУРЫ

(538-растениеводство)

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук



Москва - 1971

Работа выполнена на кафедре растениеводства с/х фа -
культета Университета Дружбы народов им. П.Лумумби в 1965-
1970 гг.

Научный руководитель - доцент, кандидат сельскохозяйст-
венных наук Г.В.Устименко.

Диссертация изложена на 140 страницах машинописного
текста и содержит 43 таблицы, 30 рисунков и приложение.
Список использованной литературы имеет 290 наименований,
в том числе 53 иностранных.

Официальные оппоненты:

1. Доктор сельскохозяйственных наук, профессор В.В.Гри-
ценко.

2. Кандидат биологических наук, доцент А.А.Собачкин.

Ведущее научно-исследовательское учреждение - Тульская
опытная станция.

Автореферат разослан "7" мая 1971 года

Защита состоится в Ученом совете "11" июня 1971 г
сельскохозяйственного факультета УДН,
Москва М-26, улица Павловакая 8-а, кор.5,
аудитория 340.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке УДН.

Отзывы и замечания направлять по адресу: Москва
В-302, улица Орджоникидзе 3, Ученому секретарю сельскохо-
зяйственного факультета УДН.

Ученый секретарь Совета
кандидат географических наук

А.С.Конторщиков

В В Е Д Е Н И Е

Дальнейший рост животноводства, намеченный Директивами XXIV съезда КПСС, в значительной степени определяется состоянием и перспективами развития кормовой базы.

"Нужно в корне изменить отношение к возделыванию кормовых культур, выделять больше для них минеральных удобрений, вести на научной основе семеноводство!" (Из доклада А.Н. Косыгина на XXIV съезде КПСС).

Среди высокопродуктивных с/х культур клубненозные растения занимают одно из первых мест. Известно, что выдающееся положение картофеля в экономике нашей и ряда других стран определяется его высокой продуктивностью, пластичностью и универсальностью использования.

Определенный практический интерес в центральных и северных районах нечерноземной зоны представляет и клубненозное растение топинамбур (земляная груша).

"В животноводстве земляная груша является "молокогонным" кормом, в этом отношении ее клубни занимают среднее положение между картофелем и свеклой, зеленая масса - такой же материал для силосования, как и подсолнечник" (Д.Н. Пряниников).

Топинамбур можно успешно возделывать в районах достаточного увлажнения как многолетнюю культуру в течение 3-4 и более лет.

В сельском хозяйстве нашей страны с каждым годом увеличивается применение минеральных удобрений - одного из важнейших средств повышения урожайности с/х растений. Поставка минеральных удобрений сельскому хозяйству в 1975г достигнет 75 млн. тонн.

Для наиболее эффективного их использования возникает необходимость разработки научно обоснованных систем удоб-

рения, особенно высокопродуктивных видов и сортов. Разработка таких систем связана с всесторонним изучением особенностей влияния удобрений в различных условиях на направленность биохимических и физиологических процессов, обуславливающих формирование высокого урожая и его качество. Если влияние минеральных удобрений (азотных, фосфорных и калийных) на повышение урожая клубненосных культур изучено сравнительно хорошо, то роль их в ростовых и биохимических процессах в полевых условиях в период вегетации картофеля, и особенно топинамбура, исследована совершенно недостаточно. Особенно мало данных о сравнительной видовой (и сортовой) реакции клубненосных растений на внесение различных удобрений в условиях монокультуры.

Цель настоящей работы – сравнительное изучение особенностей минерального питания клубненосных растений (топинамбура и картофеля). При проведении исследований особое внимание мы уделяли изучению потребления питательных элементов (азота, фосфора и калия) в онтогенезе, динамики изменения их в органах растений, позволяющей диагностировать условия питания; влияния различных сочетаний минеральных удобрений на ростовые и биохимические процессы, в частности на синтез различных групп углеводов и белка, а также на продуктивность растений в условиях монокультуры.

Условия проведения и методы исследований

Экспериментальная работа проводилась в 1965–1969 гг на с/х факультете Университета Дружбы народов им. П. Думумбы. Полевые опыты – на экспериментальном участке с/х факультета (Юго-Западный район г. Москвы, подсобное хозяйство "Поливаново"), вегетационные – в световой лаборатории.

Почва участка – дерново-среднеподзоленный тяжелый суглинок: рН-солевой вытяжки – 5,5; гидролитическая кислотность – 1,40 мэкв на 100 г почвы; степень насыщенности основаниями – 97,5%; сумма обменных оснований – 48,6 мэкв на 100 г почвы; содержание азота – 0,2%; подвижной P_2O_5 – 4,5 мг/100 г поч-

вы; K_2O - 3,7 мг на 100 г почвы. Перед закладкой опыта в течение двух лет проводили уравнильный посев и вносили известь из расчета 5 т/га.

Опыт включал пять вариантов: I - контроль; II - $N_{90}P_{90}$; III - $N_{90}K_{90}$; IV - $P_{90}K_{90}$; V - $N_{90}P_{90}K_{90}$.

Минеральные удобрения (аммиачная селитра, суперфосфат и калийная соль) вносили ежегодно перед посадкой. Площадь учетной делянки 60 м², повторность пятикратная, размещение делянок ярусное.

В качестве объектов исследования использовали районированные сорта топинамбура "Скороспелка" и "Гибрид - 120" и картофеля - "Дорх". Клубнеплоды выращивали при повторных посадках бессеменно в течение трех лет; посадочный материал (клубни весом 50 - 75 г) использовали ежегодно с одних и тех же вариантов. Агротехника - общепринятая при возделывании картофеля в нечерноземной зоне. Схема посадки 30 x 70 см (по одному клубню в гнездо).

Вегетационные опыты проводили по схеме: I - NP; II - NP+K_в; III - NP+K_с; IV - NP+K_к; V - NK; VI - NK+P_в; VII - NK+P_с; VIII - NK+P_к; IX - PK; X - PK+N_в; XI - PK+N_с; XII - PK+N_к; XIII - контроль. Растения выращивались в сосудах Митчерлиха (песчаная культура), повторность пятикратная. Контроль - половинная доза смеси Прянишников. Парные смеси (NP, NK, PK) вносили при посадке, отдельные элементы (в добавление к смесям) - в различные периоды: всходов (варианты II, IV, X), образования столонов (варианты III, VII, XI), образования клубней (варианты IV, VIII, XII).

Для посадки использовали клубни весом 35-50 г (сорт "Скороспелка"). Дополнительное освещение проводили с помощью люминесцентных ламп (12 часов в сутки, освещенность 8-12 тыс. люкс); температура в период вегетации растений - 16 - 25°C; влажность песка - 60-70% от полной влагоемкости.

Погодные условия вегетационных периодов в годы проведения полевых опытов были неодинаковые: 1965 г - дождливый и прохладный (количество осадков - 150% от нормы, температура воздуха на 0,9°C ниже средней многолетней); 1966 г - показатели количества осадков и температуры воздуха близки

к средним многолетним; 1967 г - засушливый и жаркий (осадков выпало 55% от нормы, температура воздуха на 2,7°C выше средней многолетней).

В период вегетации проводили наблюдения за наступлением основных фаз (всходы, ветвление, образование столонов и клубней, бутонизация, цветение), определяли высоту растений, количество и площадь листьев (методом высечек), количество боковых побегов, столонов и клубней; чистую продуктивность фотосинтеза - по Кидду, Весту и Бриггсу. Вес надземной и подземной массы растений определяли один раз в месяц, взвешиванием 10 растений каждой делянки всех вариантов, ботву разделяли на листья и стебли, клубни - по весовым фракциям: крупные - 30-50 г, средние - 20-30 г, мелкие до 20 г. Урожай растений учитывали поделяночной уборкой с разделением надземной и подземной массы.

В растительных образцах (листьях, стеблях, корнях, столонах и клубнях) определяли содержание P_2O_5 (на фотоэлектрокалориметре), K_2O (методом пламенной фотометрии), азота (по Кьельдалю, с фракционным выделением белкового и небелкового). Количественное содержание различных групп углеводов в надземных и подземных органах - ферроцианидным методом (по Ястрембовичу и Калининну), инулин - методом кислотного гидролиза, крахмал - ферментативного гидролиза. Количество и размер клеток утолщающегося столона подсчитывали на постоянных микропрепаратах с толщиной среза 10 м.

Результаты анализов и данные урожайности обрабатывали методом дисперсионного анализа.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Особенности роста топинамбура и картофеля в полевых условиях

Продолжительность основных межфазных периодов у клубненосных растений значительно варьирует в зависимости от погодных условий и в меньшей степени - от условий питания. Действие минеральных удобрений проявляется главным образом в усилении ветвления стебля и формировании соцветий.

Определяющими факторами роста и развития топинамбура и картофеля в полевых условиях являются температура и влага. При среднесуточных температурах $+15,5 - 17,0^{\circ}\text{C}$ и достаточном количестве осадков всходы топинамбура отмечены на 17 ("Гибрид-120")-19 ("Скороспелка"), картофеля - на 23 день после посадки (1966г). С понижением температуры ($+12,0^{\circ}\text{C}$) продолжительность периода "посадка-всходы" удлиняется на 2 - 3 дня (1965г), а при повышении ($+18,0^{\circ}\text{C}$) - сокращается на 5-6 дней (1967г).

В условиях сильного увлажнения (1965г) или недостатка влаги в летние месяцы (1967г) образование клубней картофеля задерживается на 7-8, а у топинамбура при недостаточном количестве осадков отмечено на 8-10 дней раньше. Картофель значительно раньше топинамбура образует генеративные органы. Продолжительность периода "посадка-бутионизация" у раннеспелого топинамбура колеблется в различные годы от 70 до 82, у картофеля - 42-55, среднепозднего топинамбура - 106-113 дней, а сумма температур этого периода остается постоянной: для раннеспелого - $1200-1300^{\circ}$, картофеля - $750-800^{\circ}$, среднепозднего топинамбура - $1900-2000^{\circ}\text{C}$. Цветение раннеспелого топинамбура наступает на 82-106 день после посадки (при сумме температур около 1500°), картофеля - на 25-40 дней раньше (сумма температур $920-950^{\circ}$). Сроки образования генеративных органов как топинамбура, так и картофеля находятся в прямой зависимости от погодных условий. Повышение температуры и недостаточное увлажнение ускоряют образование соцветий на 12-13 дней.

Образование и рост вегетативных органов топинамбура.

У топинамбура, как и у картофеля, при вегетативном размножении формирование дочернего растения начинается с прорастания посадочного клубня, всходы образуются в результате пробуждения и роста верхушечной почки клубня. В течение первых 10-20 дней вегетации прирост стебля медленный (не более $0,2-0,5$ см/сутки). С переходом растения на автотрофное

питание, рост стебля усиливается, однако потребление запасных веществ материнского клубня продолжается - содержание сухого вещества в нем через месяц после посадки уменьшается почти в два раза (с 23,2 до 13,0%).

В период утолщения столонов отмечено заметное снижение прироста главного стебля и усиление роста боковых побегов. Интенсивность роста центрального стебля и образования листьев усиливается с появлением соцветий (приросты достигают 2,0-3,2 см/сутки).

К периоду цветения на основном стебле топинамбура формируются два яруса листьев: нижний - на 1-10 междоузлиях (супротивные) и верхний - все вышерасположенные (очередные). На боковых побегах ярусность листьев идентичная. Формирование листьев нижнего яруса главного стебля заканчивается к началу утолщения столонов, верхнего - в фазу цветения.

Листья нижнего и верхнего ярусов различаются по продолжительности и интенсивности роста. Интенсивность роста листовой пластинки увеличивается снизу вверх до верхушки стебля, а продолжительность ее роста у листьев нижнего яруса - только в пределах яруса. В верхнем ярусе продолжительность роста листовых пластинок уменьшается по направлению снизу вверх. Площадь листовой пластинки различных листьев растения находится в прямой зависимости от продолжительности ее роста.

Образование надземных и подземных боковых побегов происходит акропетально. Продолжительность периода роста столонов увеличивается снизу вверх от материнского клубня; первыми утолщаются столоны на самых нижних (подземных) междоузлиях стебля или у материнского клубня. Удлинение столона, как и у картофеля, происходит за счет роста клеток субапикальной зоны.

Формирование двух видов запасных органов (семян и клубней) у топинамбура обуславливает направленное перемещение продуктов ассимиляции из листьев и стебля. Содержание моносахаров в средней части стебля (7-11 междоузлия снизу), по нашим данным, в 2-4 раза выше по сравнению с верхними и нижними, а сумма растворимых сахаров увеличивается к поляр-

ным концам стебля (в направлении к запасным органам).

Формирование урожая надземных и подземных органов топинамбура и картофеля в условиях различного минерального питания.

Топинамбур и картофель, при возделывании в одинаковых условиях, характеризуются различной интенсивностью и продолжительностью накопления урожая надземной массы.

Интенсивность формирования ботвы у картофеля в первую половину вегетации значительно выше, чем у топинамбура: среднесуточные приросты составляют 1,7-2,2 г на растение, раннеспелого топинамбура - 0,9-1,4, среднепозднего - 0,7-1,2. К началу цветения (июль) у картофеля формируется 60% максимального веса ботвы, топинамбура - 24,0-36,0%. Наибольший вес ботвы картофеля накапливается к концу цветения (август) - 100%, у топинамбура - в августе - 90 (раннеспелый) и 85% (среднеспелый) от максимума. За последний месяц вегетации (III-я декада августа - сентябрь) у картофеля, в результате усыхания листьев, вес надземной массы уменьшается на 6-11%, у топинамбура - возрастает на 10-15%.

Влияние минеральных удобрений проявилось в увеличении интенсивности нарастания надземных органов, удлинении периода активного роста и повышения их веса. К периоду бутонизации у контрольных растений картофеля, например, сформировалось 4,5% веса ботвы, а при внесении удобрений - 2,7-3,7; в период цветения соответственно - 60 и 44-56%. Вес ботвы растений, выращенных на фонах NPK, NP, NK в 2,1-3,7 раза выше по сравнению с контрольными. В результате этого равенство веса клубней и ботвы наступает только в первой половине сентября (5.IX-15.IX), в то время как при отсутствии азота или без удобрений (PK и контроль) - почти на месяц раньше (рис.1). У раннеспелого топинамбура, наоборот, равенство веса ботвы и клубней на фонах без азота (PK и контроль) наступает несколько позже, что можно объяснить пониженной интенсивностью прироста клубней (рис.2). У среднепозднего топинамбура, формирующего значительную надземную массу в

Фотосинтетическая деятельность топинамбура и картофеля при монокультуре

Показатели	1965					1966					1967				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
Топинамбур "Скороспелка"															
Урожай сухого в-ва ц/га	58,6	88,5	109	114	114	88,8	50,4	85,2	61,2	91,6	83,6	88,9	54,1	56,1	69,2
Чистая прод. фот-за г/м ² с	6,5	6,3	6,7	7,0	6,4	3,6	3,9	4,8	4,6	4,3	4,9	5,0	5,0	5,0	5,4
Фотосин. мощ. по-сева млн м ² /с	1,07	1,55	2,19	2,03	2,60	0,90	1,73	1,59	1,16	1,84	0,56	0,58	0,71	0,68	0,85
Топинамбур "Гибрид-120"															
Урожай сухого в-ва ц/га	57,2	77,6	109	105	113	50,0	63,6	92,2	85,6	99,6	40,8	45,2	88,6	80,8	89,2
Чистая прод. фот-за г/м ² с	8,0	8,2	8,5	8,3	7,8	6,2	7,1	7,0	6,8	6,7	7,0	7,1	7,6	7,5	7,2
Фотосин. мощ. по-сева млн м ² /с	1,18	1,6	2,20	2,07	2,33	1,36	1,40	2,00	1,83	2,22	0,80	0,97	1,41	1,37	1,55
Картофель "Борх"															
Урожай сухого в-ва ц/га	51,2	80,4	84,0	80,4	112	38,0	56,4	68,8	58,4	84,8	38,8	50,8	59,6	52,7	72,0
Чистая прод. ф-за г/м ² с	7,0	7,9	7,7	7,9	8,6	5,5	5,6	6,0	5,7	6,0	9,2	9,2	9,3	8,8	9,1
Фотосин. мощ. по-сева млн м ² /с	0,96	1,09	1,32	1,90	1,61	0,44	0,91	0,94	0,78	1,26	0,36	0,72	0,83	0,67	0,84

конце вегетационного периода (август-сентябрь) равенство веса клубней и ботвы не наблюдается - вес ботвы всегда выше веса клубней (рис. 3).

Действие минеральных удобрений на накопление надземной массы находится в прямой зависимости от количества выпадающих осадков. При сумме осадков 470 мм (150% от нормы) прирост надземной массы на фоне NPK - 119%; 290 мм (около нормы) - 108%, в условиях значительного недостатка осадков (около 55% от нормы) - только 66%.

Минеральные удобрения способствуют формированию ассимиляционной поверхности топинамбура и картофеля. Фотосинтетическая мощность растений картофеля на фоне NPK увеличилась в опыте в среднем на 0,5-0,8 млн м²/га, раннеспелого топинамбура - на 0,3-1,5 млн м²/га, среднепозднего - на 0,5-1,2 млн м²/га (табл. I). Во все годы исследований при более мощном листовом аппарате отмечен наибольший урожай сухого вещества топинамбура и картофеля. Однако четкой зависимости между величиной чистой продуктивности фотосинтеза и уровнем минерального питания в опытах не установлено, что связано со значительными различиями погодных условий.

Формирование и рост клубней, согласно полученных данных, можно условно разделить на три периода: I - начало образования клубней при минимальном приросте их веса (0,3-2,0 г/сутки на растение); 2 - интенсивное клубнеобразование (среднесуточные приросты 2,8-7,0 г); 3 - разрастание клубней (приросты 5,3-12,0 г/сутки). Первый период совпадает с окончанием формирования основной массы листьев (вторая половина июля); второй - с максимальным приростом побегов (конец июля-август); третий - с торможением роста надземных органов у средне- и позднеспелых сортов топинамбура и прекращением - у картофеля и ранних сортов топинамбура.

В начале утолщения столонов среднесуточные приросты веса клубней у картофеля выше, чем у топинамбура и составляют 1,8-4,1 г на растение (раннеспелого топинамбура - 0,3-0,6, среднепозднего - 0,7-1,4). К периоду бутонизации у картофеля формируется 8,6-13,8% урожая клубней, в конце цветения-август - 71-82% (при среднесуточных приростах 6-10 г);

у топинамбура - соответственно 2,1-0,8 и 14,4-30,8 (ранне-спелый), 4,9-6,9 и 30-37% (среднепоздний). В последний месяц вегетации у картофеля интенсивность роста клубней значительно снижается (приросты не превышают 3,0-4,5 г/сутки), у топинамбура, наоборот, повышаются до 7,3-17,2 (раннеспелый) и 4,5-8,7 г/сутки (среднепоздний).

Влияние удобрений, особенно содержащих калий, сказывается уже в первые периоды роста клубней: приросты их веса на удобренных участках (НРК) увеличиваются по сравнению с контролем в 1,5-2,0 раза, а в конце вегетации - 2,0-2,5 раза. За последний месяц вегетации у опытных растений картофеля накапливается 19-25% урожая клубней (вес ботвы уменьшается на 6-10%), у контрольных растений - 33% (снижение веса ботвы на 14%), однако вес клубней на вариантах с удобрениями в 1,3-1,6 раза выше по сравнению с контрольными.

Особенности потребления элементов питания топинамбуром и картофелем в онтогенезе

Клубненосным культурам - топинамбуру и картофелю - произрастающим в условиях монокультуры, присущи некоторые общие закономерности варьирования количественного содержания минеральных элементов в органах растений в онтогенезе.

Содержание азота в ботве топинамбура и картофеля (в % на абсолютно сухой вес) в периоды преобладания листьев в надземной массе выше, чем в клубнях; по мере старения листьев и увеличения веса стеблей - уменьшается. Изменения концентрации азота в клубнях в период их роста незначительны. В надземных органах картофеля по сравнению с топинамбуром содержится на 0,3-1,0% азота больше.

Удобрения, содержащие азот повышают, а фосфорно-калийные несколько уменьшают количество азота в растении (на 0,2-0,3%). Синтез белковых соединений в листьях топинамбура проходит более интенсивно, чем у картофеля. В молодых листьях топинамбура белковый азот составляет 90-94% от общего, у картофеля в этот период количество небелкового азота в 1,5-2,0 раза выше (15-18% от общего), отношение $\frac{\text{азот белковый}}{\text{азот небелковый}}$ 10:1 и 6:1.

По мере старения органов интенсивность синтеза белка падает и отношение азот белковый/азот небелковый в листьях снижается до 3:1 ; 2:1.

Продолжительность потребления азота картофелем, по сравнению с топинамбуром, меньшая, однако интенсивность процесса выше. К периоду образования клубней картофель потребляет 35-42% максимального количества азота, накапливаемого растениями, а в период цветения - 65-58% и накопление его достигает максимальной величины. В последний месяц вегетации, вследствие отсутствия ростовых процессов в надземных органах, общее потребление его растением сильно снижается.

У топинамбура максимальное накопление азота отмечено к периоду уборки (сентябрь), а интенсивность его потребления за вегетацию значительно ниже: в период образования столонов - 2,4-4,5; клубней - 22-35; цветения (раннеспелого сорта) - 52-56; в последний месяц вегетации - 10-25% от максимального количества.

С внесением удобрений усиливаются ростовые процессы, и повышается интенсивность потребления азота, что в конечном счете приводит к различному накоплению его органами растений. Так, максимальное накопление азота контрольными растениями картофеля составляет 45,8 кг/га (1965г), а при внесении полной минеральной смеси (НРК) - 135,8; азотно-калийной - 99,6; фосфорно-калийной - 79,6 кг/га. Такая же закономерность отмечена и для топинамбура.

Процентное содержание P_2O_5 в органах клубненосных растений значительно ниже, чем азота, однако закономерности возрастного варьирования примерно такие же. Накопление фосфора топинамбуром и картофелем достигает максимума к периоду уборки, но интенсивность общего потребления (всем растением) и отдельными его органами у них различны и обуславливаются в первую очередь видовыми особенностями. В конце вегетации, в связи со значительным снижением ростовых процессов в надземных органах картофеля и усилением оттока ассимилятов в клубни, потребление фосфора растениями понижается. Под влиянием минеральных удобрений перемещение фосфора в подземные

органы усиливается: у растений, выращенных на фосфорных фонах (варианты П, IV, V), количество P_2O_5 в листьях уменьшается на 43-53% от общего количества фосфора в них, а у контрольных растений (и варианта НК) - не превышает 10-13%.

Расчеты показали, что за счет оттока фосфора из листьев, стеблей и корней в клубнях растений варианта НК накапливается около 50% P_2O_5 , NP-2I, PK-40, а растений без фосфорных вариантов (НК и контроль) - 7-11%.

У раннеспелого топинамбура отмечено уменьшение количества фосфора в стеблях и корнях, в листьях оно остается на одном уровне до конца сентября. Задержка оттока фосфора из листьев, по видимому, обуславливается активным формированием генеративных органов.

У среднепозднего топинамбура максимальное потребление фосфора совпадает с периодом наиболее интенсивного роста надземных и подземных органов (конец июля-август).

Полученные данные по динамике потребления и накопления калия в период вегетации картофеля и топинамбура позволяют отметить некоторые специфические видовые отличия, присущие этим клубнеплодам. Если показатели количественного распределения калия в органах топинамбура и картофеля довольно близки (в листьях K_2O составляет 14-22, стеблях - 15-24, корнях - 3-5, клубнях - 63-78% от общего количества в растении), то потребление его за вегетацию органами значительно отличается. В период образования и роста клубней у картофеля усиливается потребление калия листьями (на 7-17% выше, чем у листьев топинамбура). В период бутонизации-цветения листьями и стеблями картофеля потребляется 37-85, клубнями - 76-94% K_2O от максимума в этих органах. У топинамбура в этот период большее количество калия потребляется ботвой - 60-92 (раннеспелый) и 84-91 (среднепоздний) а клубнями - соответственно 41-51 и 43-55%.

В последний месяц вегетации (сентябрь) потребление K_2O картофелем и раннеспелым топинамбуром прекращается, отмечено значительное перемещение калия из надземных органов в клубни. В ботве картофеля количество K_2O в этот период уменьшается на 30-50%. У среднепозднего топинамбура наряду

с перемещением калия из надземных органов в клубни, вероятно, происходит и поглощение его из почвы — количество K_2O в корнях несколько увеличивается по сравнению с предыдущим периодом.

Как показали наши исследования, минеральные удобрения способствуют повышению выноса элементов питания с единицей урожая клубненосных растений. В 100 ц ботвы топинамбура (на фоне без удобрений) содержится 21–23 кг азота, 11–14 кг P_2O_5 , 13–15 кг K_2O ; картофеля — 26,15 и 19 кг. С внесением полной минеральной смеси (МПК) у топинамбура увеличивается вынос азота, фосфора и калия; у картофеля — только калия, количество азота и фосфора остается на одном уровне (табл. 2). В урожае клубней картофеля с внесением минеральных удобрений увеличивается количество калия и незначительно азота.

Таблица 2

Вынос основных элементов питания с урожаем (в кг)
(Среднее за 1965–1967 гг.)

Вариант	в 100 ц ботвы			в 100 ц клубней		
	азот	P_2O_5	K_2O	азот	P_2O_5	K_2O
Топинамбур "Скороспелка"						
I	20,9	14,1	12,9	17,3	15,1	42,5
II	27,5	19,0	9,7	24,6	25,0	46,3
III	23,9	10,0	30,3	21,3	12,1	56,7
IV	15,2	12,7	36,0	18,3	19,6	69,1
V	31,0	13,9	45,3	25,8	21,5	68,3
Топинамбур "Гибрид-120"						
I	22,6	11,4	15,2	20,9	17,2	45,4
II	29,4	20,0	16,7	17,3	19,0	47,5
III	33,2	12,4	34,0	21,4	13,6	59,5
IV	18,4	14,6	34,2	15,0	23,7	61,5
V	34,3	20,4	34,8	19,7	23,0	66,6
Картофель "Дорх"						
I	25,8	14,8	19,3	20,3	24,0	40,6
II	27,0	15,2	20,0	25,9	25,0	40,1
III	24,6	12,7	32,9	23,8	18,2	48,6
IV	19,5	16,5	36,8	16,8	22,2	55,8
V	22,1	14,6	40,5	24,1	24,2	53,6

Показатели листовой диагностики клубнеплодных растений свидетельствуют о зависимости соотношений основных элементов питания (азота, фосфора и калия) от обеспеченности питательной среды этими элементами. Оптимальное соотношение азота, фосфора и калия в листьях топинамбура и картофеля, по нашим данным, варьирует в следующих пределах по периодам вегетации: июль - 1,0:0,3:0,5(0,6); август - 1,0:0,3:0,4; август - 1,0:0,3(0,4):1,5(2,1); сентябрь - 1,0:0,5:1,0. При таких соотношениях макроэлементов в листьях клубнеплодов в условиях опыта отмечен максимальный урожай ботвы и клубней.

До начала формирования генеративных органов содержание P_2O_5 должно составлять не более 1/3 количества общего азота, а в последующем - не превышать 1/2 его. Повышение P_2O_5 в листьях картофеля и топинамбура при снижении калия (что отмечается у растений на азотно-фосфорном фоне) отрицательно влияет на продуктивность растений. В то же время уменьшение количества P_2O_5 в листьях посредством внесения азотно-калийных смесей удобрений обеспечивает увеличение урожая.

Количество калия в листьях в начале вегетации растений (в оптимальных условиях) составляет около половины азота, в период утолщения столонов (июль) - несколько снижается (N:K - 1,0:0,4); образования генеративных органов и интенсивного роста клубней (август) - увеличивается в 1,5-2 раза (N:K - 1,0:1,4-2,1); в конце вегетации - одинаковое (1:1). При недостатке калия (варианты контроль, NP) количество его в листьях во все периоды вегетации ниже, чем азота. Определенная закономерность соотношений макроэлементов в различные периоды вегетации прослеживается в стеблях и клубнях.

Добавление азота в период всходов и начала клубнеобразования на фоне РК в условиях опыта увеличивало суммарный урожай топинамбура в три раза, а вес и площадь листьев в 3,5-4 раза. Внесение полной смеси NPK перед посадкой или добавление азота в период формирования клубней - менее эффективно (табл.3). Отсутствие достаточного количества калия и фосфора в начале вегетации также приводит к значительному падению продуктивности растений.

Таблица 3

Влияние сроков внесения азота, фосфора и калия на урожай растений топинамбура (вегетационный опыт).

вариант опыта	вес растений, г			площадь листьев см ²
	общий	зеленая масса	клубни	
НК-при посадке	74,2	63,6	10,6	2051
PK-при посадке	28,8	14,4	14,4	610
PK+K в период всходов	77,0	51,6	25,4	2255
PK+K в пер.обр.столонов	73,6	55,3	18,3	2757
PK+K в пер.обр.клубней	60,8	41,6	19,2	2036
НК - при посадке	41,2	31,6	9,6	1523
НК+ P в период всходов	51,1	35,1	16,0	1582
НК+P в пер.обр.столонов	53,8	37,6	16,2	1652
НК+P в пер.обр.клубней	40,4	30,0	10,4	1892
NP - при посадке	42,1	40,1	2,0	1666
NP+K в период всходов	74,0	54,9	19,1	2094
NP+K в пер.обр.столонов	75,4	66,1	9,3	2575
NP+K в пер.обр.клубней	53,3	52,6	0,7	1970
НСР _{0,99} - клубни 6,2 г зеленая масса 10,3 г				

Условия питания и углеводный обмен растений

Результаты исследований свидетельствуют о наличии четкой корреляции между условиями питания и углеводным обменом топинамбура и картофеля.

В период усиленного роста клубней и образования центрального соцветия у растений раннеспелого топинамбура, выращиваемых без удобрений и на безкалийном фоне, отмечено снижение синтеза моносахаров в листьях. Сумма сахаров (полученных после инверсии 2% НСР) также уменьшается, однако отношение сахарозы моносахара сохраняется на высоком уровне, так как количество сахарозы в листьях растений всех вариантов примерно одинаковое (2,6-2,8 в 1966г, 0,8-1,2% в 1967г). В листьях среднепозднего топинамбура на калийном фоне (вариан-

А 23743

ты П, К, У, V) отмечено увеличение как моносахаров, так и сахарозы и вследствие этого отношение сахароза / моносахара не меняется (0,29-0,31). Полные также азотно-калийные и фосфорно-калийные удобрения положительно влияют на синтез фруктозы в листьях (содержание фруктозы повышается на 1,0-1,5%).

Действие минеральных удобрений на накопление различных групп углеводов в стеблях топинамбура начинает проявляться в период образования клубней (июль). С внесением азотных, фосфорных и калийных удобрений или при исключении одного из элементов из смеси, накопление моносахаров и сахарозы в этот период увеличивается (1,1:1,0 - 1,2:1,0) и при изменении условий питания остается постоянным. В последующем, с усилением оттока ассимилятов в клубни, отмечено значительное увеличение сахарозы в стеблях. Под влиянием минеральных удобрений повышается соотношение сахароза / моносахара до 2,5-3,2 у раннеспелого топинамбура и 2,2-2,4 у средне-позднего (контрольные растения-2,1-2,2).

Минеральные удобрения в значительной степени влияют на ход полимеризации инулина в подземных органах топинамбура (столонах и клубнях). Азотно-фосфорные - способствуют увеличению количества моносахаридов (на 0,3-0,4%), но при этом отмечено снижение содержания фруктозы и инулина. Азотно-калийные и фосфорно-калийные - активизируют синтез высокомолекулярных углеводов: содержание инулина и суммы растворимых сахаров повышается на 1,0-4,0%, - сахарозы и фруктозы - уменьшается на 0,5-2,0% (рис.4).

Содержание крахмала в клубнях картофеля при ежегодном внесении удобрений, в условиях монокультуры, снижается в среднем за два года на 1,5-2,0%. Отрицательное действие удобрений на синтез крахмала проявляется с самого начала образования клубней. В молодых клубнях опытных растений, по сравнению с контрольными, процент крахмала на 0,5-1,2 ниже, а к концу вегетации на 1,5-2,0% (рис.5).

В опытах отмечено сравнительно слабое влияние удобрений на изменение суммы растворимых сахаров и значительное - на синтез сахарозы.

Синтез и перераспределение простых групп углеводов в вегетативных органах топинамбура и картофеля под воздействием удобрений усиливается. Однако превращение их в высокополимерные формы, в этих условиях, происходит не одинаково: образование крахмала затрудняется, инулина усиливается.

Эффективность минеральных удобрений при бессменном возделывании топинамбура и картофеля

Опытами установлена значительная эффективность минеральных удобрений при возделывании топинамбура и картофеля в условиях монокультуры. Прибавка урожая зеленой массы раннеспелого сорта топинамбура на фоне НРК в среднем за три года составляет 52(73), клубней - 107ц/га (100%); среднепозднего - 75 (50) и 53ц/га (44%); клубней картофеля - 78ц/га (64%)(табл.4).

Азотно-калийные и фосфорно-калийные удобрения увеличивают урожай зеленой массы на 79-69, клубней - 97-60%(раннеспелый сорт топинамбура); 38-40 и 30-25 (среднепоздний); картофеля - на 40-47%.

Азотно-фосфорные удобрения оказывают минимальное влияние на увеличение урожая раннеспелого топинамбура (прирост зеленой массы - 27, клубней - 35%) и картофеля(в среднем за три года - 20%).

Действие удобрений в опытах коррелирует с распределением осадков в течение вегетации растений. Достаточное количество осадков в период утолщения столонов и разрастания клубней (июль-август) обуславливает эффективность удобрений. При общей сумме осадков за вегетацию, составляющую 55% от нормы, но максимуме их в августе (135% от месячной нормы) урожай клубней с внесением удобрений увеличивается в 2,2 - 2,4(раннеспелый топинамбур); 1,6-1,8(среднепоздний); 1,8-2,0 раза(картофель)по сравнению с контролем.

Как показывают исследования, ежегодное внесение высоких доз минеральных удобрений ($N_{90}P_{90}K_{90}$ на 1 га) позволит получать устойчивые урожай клубней топинамбура и картофеля. На третий год бессменного возделывания уменьшение урожая

Таблица 4

Содержание углеводов в листьях и стеблях
топинамбура "Скороспелка" (в % на абс. сухой вес)
Среднее за 1966 - 1967 гг.

Вариант	листья				стебли			
	сумма сахар	моносахариды	фруктоза	сахара-роза	сумма сахар	моносахариды	фруктоза	сахара-роза
июнь								
I	1.59	1.40	-	0.19	5.84	2.91	2.70	2.94
II	1.62	1.40	-	0.20	5.98	3.00	2.85	2.99
III	1.52	1.33	-	0.19	6.19	3.02	2.85	3.12
IV	1.68	1.42	-	0.26	5.76	2.80	2.64	3.01
У	1.52	1.32	-	0.21	6.14	3.05	2.75	3.09
июль								
I	8.13	6.68	1.16	1.46	11.40	5.45	4.03	5.96
II	8.77	6.61	1.02	1.66	11.67	5.48	4.15	6.09
III	8.23	6.76	1.20	1.46	12.14	5.80	4.48	6.33
IV	8.38	6.53	1.09	1.85	12.20	5.76	4.25	6.45
У	8.17	6.73	1.12	1.44	12.49	6.22	4.56	6.82
август								
I	11.04	9.55	1.49	2.88	23.82	6.81	4.73	17.01
II	11.44	9.48	1.71	2.49	24.09	6.75	4.45	17.34
III	12.69	11.12	1.52	3.08	24.56	6.94	4.84	17.62
IV	11.99	10.25	1.75	2.95	24.69	6.43	4.70	18.27
У	13.20	11.30	1.80	3.21	24.97	6.82	5.13	18.66
сентябрь								
I	8.43	6.49	3.92	1.93	32.73	9.54	6.69	25.19
II	9.20	7.26	4.18	1.94	33.45	9.25	7.54	24.20
III	11.03	9.04	4.74	1.94	34.49	8.69	7.71	25.61
IV	10.02	8.45	4.43	2.07	34.08	7.52	6.85	26.56
У	11.16	9.03	5.06	2.13	34.61	8.59	7.62	26.57

Таблица 5
Влияние минеральных удобрений на урожай топинамбура
и картофеля при монокультуре.

Вариант	1965			1966			1967			Ср. за 3 года		
	уро-жай ц/га	прибавк ц/га	%	уро-жай ц/га	прибавка ц/га	%	уро-жай ц/га	прибавка ц/га	%	уро-жай ц/га	прибавка ц/га	%
Топинамбур "Скороспелка" зеленая масса												
I	114	-	-	70	-	-	29	-	-	71	-	-
II	144	30	26	93	23	33	32	3	10	90	19	27
III	163	49	43	158	89	126	61	32	110	127	56	79
IV	178	64	56	124	54	77	59	30	103	120	49	63
У	164	50	44	154	84	120	50	21	72	123	52	73
Топинамбур "Скороспелка" клубни												
I	134	-	-	110	-	-	80	-	-	108	-	-
II	195	61	46	133	23	21	109	29	36	146	38	35
III	228	94	70	217	107	97	195	115	144	213	105	97
IV	204	70	52	149	39	36	178	98	123	177	69	60
У	214	80	60	239	129	117	192	112	140	215	107	100
Топинамбур "Гибрид - 120" зеленая масса												
I	214	-	-	120	-	-	115	-	-	149	-	-
II	206	-	-	127	7	6	109	-	-	147	-	-
III	262	48	22	180	60	50	178	63	55	207	58	38
IV	266	52	24	181	61	51	179	64	56	209	60	40
У	277	63	29	207	87	72	188	73	63	224	75	50
Топинамбур "Гибрид - 120" клубни												
I	153	-	-	106	-	-	103	-	-	121	-	-
II	149	-	-	98	-	-	104	1	1	117	-	-
III	169	16	10	138	32	30	160	57	55	156	35	30
IV	153	-	-	132	26	24	168	65	63	151	30	25
У	170	17	11	161	55	51	190	87	84	174	53	44
Картофель "Лорх" клубни												
I	161	-	-	105	-	-	96	-	-	121	-	-
II	184	23	14	128	23	22	124	28	29	145	24	20
III	192	31	19	165	60	57	150	54	56	169	48	40
IV	200	39	24	151	46	44	183	87	91	178	57	47
У	203	42	26	212	107	102	181	85	89	199	78	64
СР 095-зеленая масса:												
										клубни:		
										"Скороспелка" - 15.0 ц/га		
										"Гибрид-120" - 22.6 ц/га		
										"Лорх" - -		
										20.4		
										20.0		
										15.0		

клубней топинамбура не превышает 10 - 13 ц/га, картофеля - 22 ц/га.

Показатель среднего эффекта удобрений многолетнего двухфакторного опыта, вычисленный путем дисперсионного анализа свидетельствует о достоверном положительном их влиянии на клубневую продуктивность (особенно топинамбура). Увеличение урожая от ежегодного внесения смеси азотных, фосфорных и калийных удобрений (НРК) составляет 43 ц/га для ранне-спелого топинамбура, 30 ц/га - среднепозднего и 37 ц/га - картофеля. Из парных смесей наиболее эффективными для топинамбура являются азотно-калийные (увеличение урожая на 12 - 41 ц/га), для картофеля - фосфорно-калийные (16 ц/га).

Выводы

Сравнительное изучение особенностей формирования урожая картофеля и топинамбура в одинаковых условиях монокультуры позволяет отметить ряд определенных видовых закономерностей.

1. Интенсивность роста надземной и подземной массы картофеля значительно выше, чем топинамбура. Среднесуточные приросты ботвы картофеля до начала формирования клубней (июнь) - 1,7 - 2,2; топинамбура 0,9 - 1,4 и 0,7 - 1,2 г/растение. Приросты ботвы картофеля в июле - 3,7 - 7,6; клубней - 1,8 - 4,1 г, у топинамбура 2,3 - 3,4 и 2,3 - 4,6 (ботва), 0,2 - 0,6 и 0,6 - 1,4 (клубни). Максимальные приросты ботвы и клубней картофеля - в августе 11,4 и 10,1 г/сутки.

2. Формирование урожая картофеля в основном заканчивается в августе, а у топинамбура - к концу сентября. Вес надземной массы картофеля за последний месяц вегетации (сентябрь) уменьшается на 6 - 11%, клубней - возрастает на 20 - 30%. У топинамбура урожай надземной массы увеличивается на 15 - 33%, клубней - 65 - 80%.

3. Фотосинтетическая деятельность листового аппарата растений картофеля и топинамбура обуславливается в большей степени видовыми и сортовыми особенностями и в меньшей - условиями среды. В оптимальных условиях водного режима

(1965г) у картофеля формируется ассимиляционная поверхность, превышающая площадь почвы в 4 раза, топинамбура в 4-6 раз в засушливый год (1967) - 2,5 и 1,5-3 раза; фотосинтетическая мощность посева топинамбура на 0,5-0,8 млн. м²/га сутки выше, чем картофеля во все годы исследований.

4. Синтез белковых соединений в листьях топинамбура протекает более интенсивно, чем у картофеля; отношение азот белковый / азот небелковый изменяется от 10:1 до 3:2 к концу вегетации, у картофеля от 6:1 до 2:1.

5. Накопление фосфора растениями топинамбура и картофеля достигает максимума к периоду уборки, однако у картофеля происходит интенсивное перемещение его из надземных органов в клубни. За счет оттока P₂O₅ из ботвы в клубнях картофеля накапливается 9-16 кг/га или 21-50% максимального количества фосфора в клубнях. У топинамбура количество P₂O₅ в листьях в этот период не уменьшается.

6. Показатели количественного распределения калия в органах топинамбура и картофеля довольно близки (в листьях - 14-22, стеблях - 15-24, клубнях - 58-67, корнях - 3,5-5,6% от общего количества в растении), но потребление его за вегетацию отдельными органами значительно отличается. В период утолщения столонов потребление K₂O листьями картофеля на 7-17% выше, чем у топинамбура; в бутонизацию-цветение надземные органы картофеля потребляют 37-85% K₂O от максимального количества калия в них, клубни - 76-94%; надземные органы топинамбура - 68-92 (раннеспелый) и 84-91 (позднеспелый), клубни - 41-51 и 43-55%.

7. На дерновоподзолистой почве нечерноземной зоны вынос элементов питания картофелем и топинамбуром в 100ц ботвы и 100ц клубней примерно одинаков: в ботве картофеля - N - 25,5; P₂O₅ - 14,8; K₂O - 19,3; клубнях - 20,3; 24,0; 40,6 кг/га и топинамбура - соответственно 20,9-22,6; 14,1-11,4; 12,9-15,2 и 17,3-20,9; 15,1-17,2; 42,5-45,4 кг/га. С внесением удобрений (МПК) у картофеля повышается вынос калия (в зеленой массе в 2 раза, в клубнях - на 32%), топинамбура - азота (в ботве - 55,0-54%, в клубнях - 47%) и калия

(в ботве в 2-3 раза, в клубнях - 50-60%).

8. Оптимальное соотношение азота, фосфора и калия в листьях топинамбура и картофеля за вегетацию находится в следующих пределах: июнь - 1,0:0,3:0,5(0,6) ; июль - 1,0:0,3:0,4 ; август - 1,0:0,3(0,4):1,5(2,1) ; сентябрь - 1,0:0,5:1,0. Повышение P_{2O_5} в листьях топинамбура и картофеля, при снижении калия, отрицательно влияет на продуктивность растений (урожай зеленой массы и клубней снижается на 30-38 ц/га).

9. Под действием минеральных удобрений, особенно смесей содержащих калий, в надземных органах топинамбура повышается синтез растворимых углеводов (сумма сахаров в листьях увеличивается на 1,6-2,5%; в стеблях 1,4-1,9%). В клубнях усиливается синтез полимерных форм углеводов - содержание инулина повышается на 1-4%.

10. Минеральные удобрения активизируют синтез сахарозы в столонах и клубнях картофеля (концентрация сахарозы повышается на 0,23-0,30%) и задерживают образование крахмала (количество крахмала в клубнях уменьшается на 1,2-2,0%).

11. На дерновоподзолистой почве в условиях монокультуры без внесения удобрений происходит значительное снижение урожая клубнеплодов на третий год возделывания: картофеля - на 65 ц/га (47%), раннеспелого топинамбура - 54 ц/га (10%), среднепозднего - 50 ц/га (33%).

12. Ежегодное внесение высоких доз минеральных удобрений ($N_{90}P_{90}K_{90}$ на 1 га) позволяет получать устойчивые урожаи клубней топинамбура и картофеля в монокультуре. Снижение урожая клубней картофеля и топинамбура на третий год бесменного возделывания не превышает 17-22 ц/га - 10-13%.

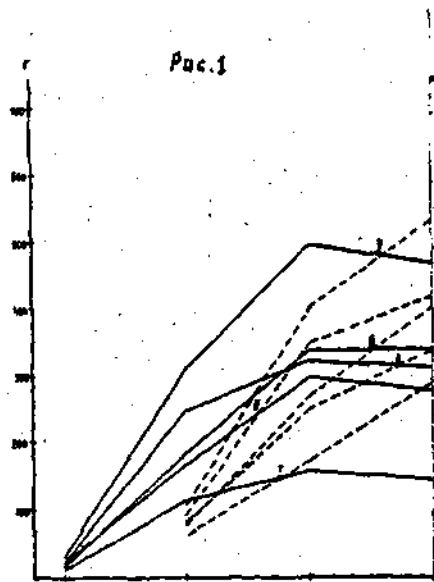


Рис.1

Динамика прироста ботвы и клубней картофеля сорта Луях. 1966 г.

— ботва; ---- клубни

I - контроль; II - ИР; III - ИЖ; IV - ИК; V - ИМ

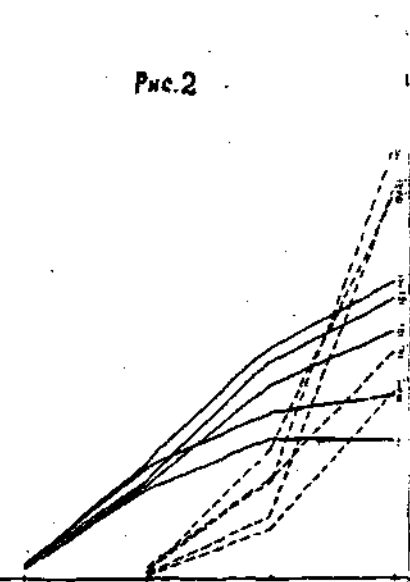


Рис.2

Динамика прироста надземной массы и клубней топинамбура сорта Хороселка. 1966 г.

— надземная масса; ---- клубни

I - контроль; II - ИР; III - ИЖ; IV - ИК; V - ИМ

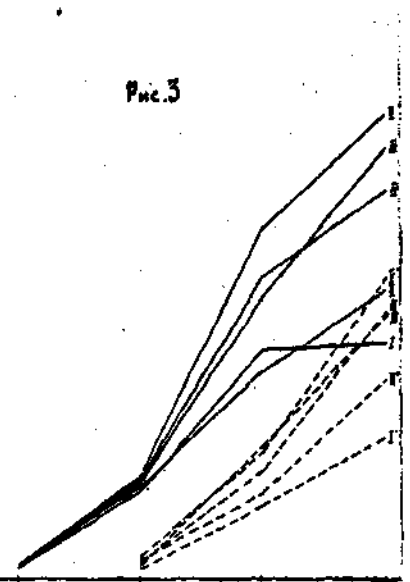


Рис.3

Динамика прироста надземной массы и клубней топинамбура сорта Гибрид-120. 1966 г.

— надземная масса; ---- клубни.

I - контроль; II - ИР; III - ИЖ; IV - ИК; V - ИМ

Рис. 4. Динамика углеводов в столонах и клубнях топинамбура сорт „СКОРОСПЕЛКА“ (в % на абсол. сухой вес)

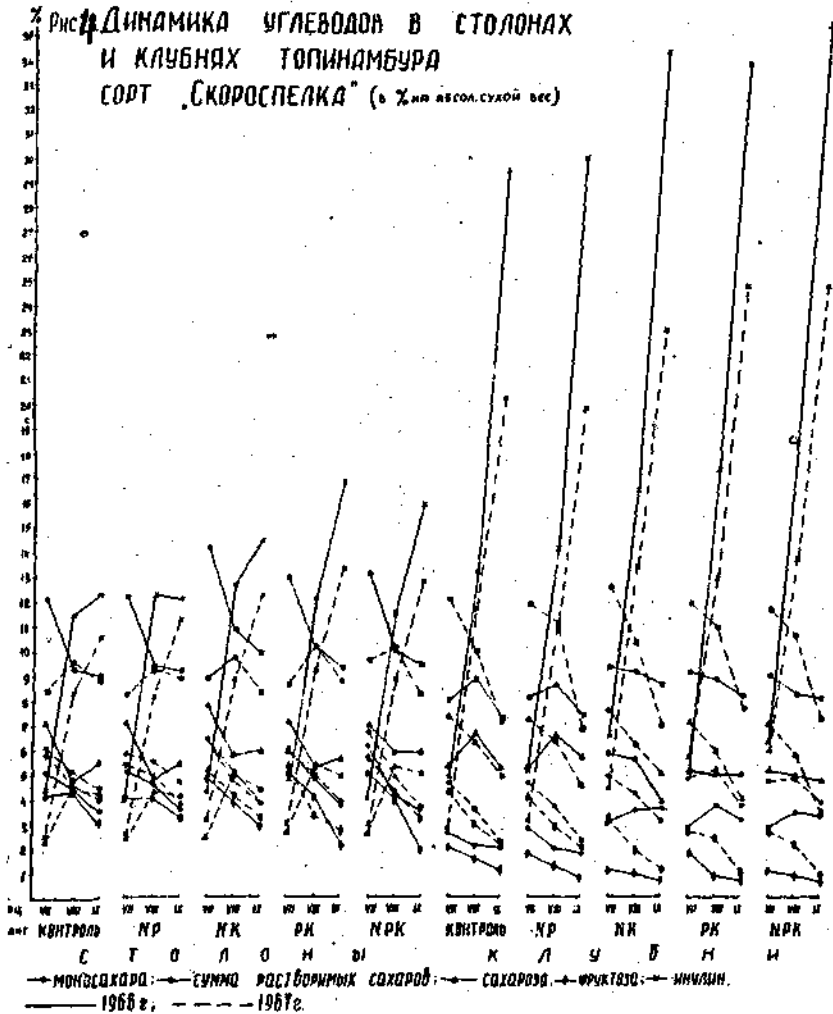
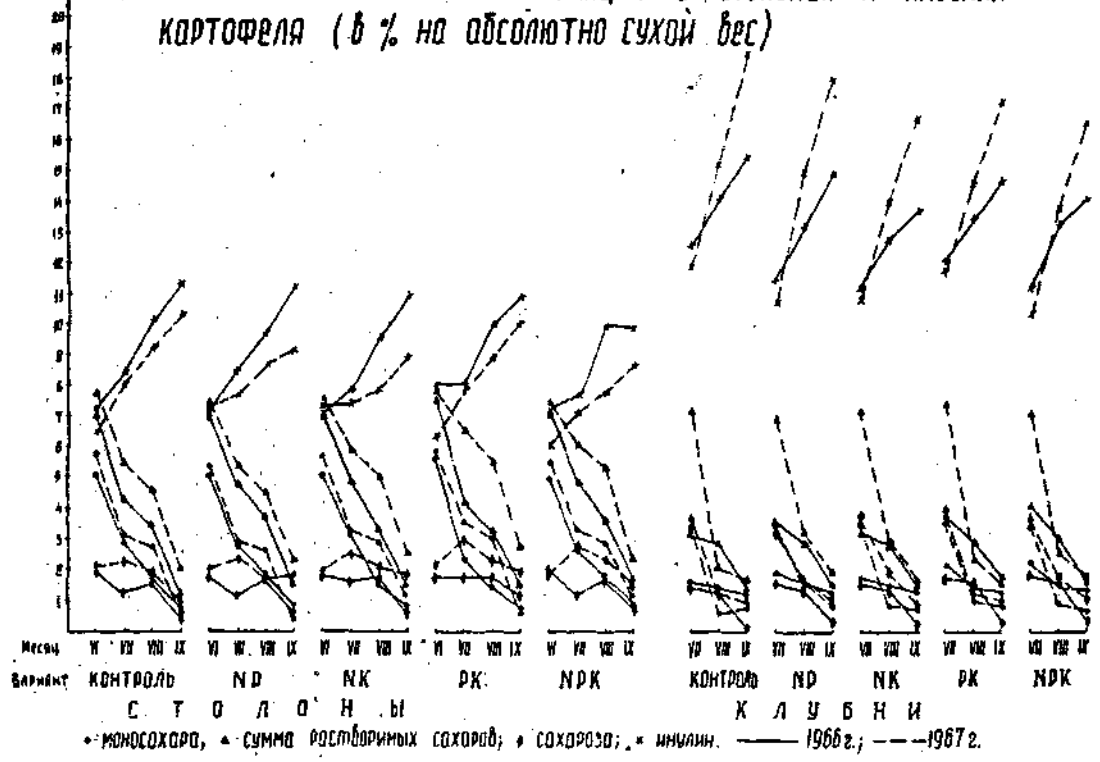


Рис. 5 Содержание углеводов фракций в столовых и клубнях картофеля (в % на абсолютно сухой вес)



По материалам диссертации опубликованы следующие работы:

1. Эффективность минеральных удобрений при возделывании клубнеплодных растений (в соавторстве с Г. В. Устименко О. А. Ратушенко). Тр. УДН, т. X IV, в 3, 1969.

2. Некоторые особенности биологии топинамбура (в соавторстве с Г. В. Устименко и А. Х. Куратовым). Материалы научных сообщений У симпозиума по новым силосным культурам, ч. I, Ленинград, 1970.

3. Эффективность минеральных удобрений при возделывании клубнеплодных силосных растений (в соавторстве с Г. В. Устименко и О. А. Ратушенко). Материалы научных сообщений У симпозиума по новым силосным культурам, ч. I, Л., 1970.

4. Влияние сроков внесения азота, фосфора и калия на продуктивность топинамбура (в соавторстве с Г. В. Устименко). Труды УДН (в печати).

5. Продуктивность топинамбура (*Helianthus tuberosus*) при различном минеральном питании в условиях монокультуры. Сб. науч. работ асп-ов УДН (в печати).

Сообщения по материалам диссертации:

1. На научной конференции с/х факультета УДН по вопросам тропического и субтропического сельского хозяйства. Москва, 1970.

2. На У Всесоюзном симпозиуме по новым силосным растениям, Ленинград, 1970.

Д-62383 от 3.У.1971 Объем I, 75 п.л. Тираж 200 экз. Зак. 692

Типография Университета дружбы народов
имени Патриса Лумумбы
Москва, ул. Орджоникидзе, 3

