

УДК 634.11:631.524.82

UDC 634.11:631.524.82

06.01.01 – Общее земледелие, растениеводство  
(сельскохозяйственные науки)06.01.01 - General agriculture, crop production  
(agricultural sciences)**ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ  
ВЕГЕТАТИВНОЙ ФУНКЦИИ ЯБЛОНИ В  
СВЯЗИ С УПЛОТНЕННЫМ  
РАЗМЕЩЕНИЕМ РАСТЕНИЙ****FEATURES OF THE IMPLEMENTATION OF  
THE APPLE TREE VEGETATIVE FUNCTION  
IN CONNECTION WITH THE SECURED  
PLANTING OF PLANTS**Чумаков Сергей Семенович  
Доктор с.-х. наук, профессор  
SPIN-код: 1785-8634Chumakov Sergey Semenovich  
Dr.Sci.Agr., professor  
RSCI SPIN-code: 1785-8634Захарченко Анастасия Валерьевна  
Аспирант  
SPIN-код: 6618-6530Zakharchenko Anastasia Valerievna  
Postgraduate student  
RSCI SPIN-code: 6618-6530*Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования «Кубанский государственный  
аграрный университет имени И.Т. Трубилина»,  
Краснодар, Россия**Federal State Budgetary Educational Institution of  
Higher Education «Kuban State Agrarian University  
named after I.T. Trubilin», Krasnodar, Russia*

Изучено влияние схем посадки на ростовые особенности растений яблони сортов Ренет Симиренко, Голден Делишес Рейнджерс, Кубанское багряное, Фуджи, Гала (подвой М9) в условиях прикубанской зоны садоводства (почвы – черноземы выщелоченные) в 2017–2020 гг. Варианты опыта: 4,0 × 1,5 м (контроль), 4,0 × 1,0 м, 4,0 × 0,5 м. На начальном этапе роста и развития растений не наблюдалось значимого влияния схем размещения на ростовую активность деревьев, а также на интенсивность фотосинтетической деятельности листьев. В 2019–2020 гг. при использовании схемы посадки 4,0 × 0,5 м ростовая активность деревьев снизилась. Показатель «площадь поперечного сечения штамбов» в контроле превышал показатели иных вариантов в среднем на 26,5 %. В более поздние годы уплотнение растений сортов Ренет Симиренко, Голден Делишес Рейнджерс до 0,5 м в ряду не вызывало активизации роста побегов и существенного затенения деревьев. У растений сортов Кубанское багряное и Гала в указанном варианте опыта длина побегов несущественно отличалась от контрольных значений, а у растений сорта Фуджи была выше на 5,0 %. В 2019–2020 гг. при более плотных схемах размещения растений отмечено снижение значения показателя «площадь листовой пластины». Отмечено увеличение содержания ИУК в верхушках побегов яблони сортов Фуджи, Кубанское багряное и Гала при схеме посадки 4,0 × 0,5 м при одновременном снижении содержания хлорофиллов. Таким образом, при уплотнении растений сортов Ренет Симиренко, Голден Делишес Рейнджерс до 0,5 м крона остается довольно компактной с оптимальным количеством побегов.

The influence of planting schemes on the growth characteristics of apple plants of RenetSimirenko, Golden Delicious Rangers, Kuban bagryano, Fujii, Gala (M9 stock) under the conditions of the Kuban horticulture zone (leached chernozem soils) in 2017–2020 was studied. Experiment options: 4,0 × 1,5 m (control), 4,0 × 1,0 m, 4,0 × 0,5 m. At the initial stage of plant growth and development, no significant effect of placement schemes on the growth activity of trees was observed, as well as on the intensity of photosynthetic activity of leaves. In 2019–2020 when using a planting scheme of 4,0 × 0,5 m, the growth activity of trees decreased. The indicator «cross-sectional area of boles» in the control exceeded the indicators of other options by an average of 26,5%. In later years, the compaction of plants of varieties Renet Simirenko, Golden Delicious Rangers up to 0,5 m in a row did not cause activation of shoot growth and significant shading of trees. In plants of varieties Kubanskoye Bagryano and Gala in the indicated variant of the experiment, the length of the shoots did not differ significantly from the control values, and in plants of the Fuji variety it was higher by 5.0%. In 2019–2020 with denser plant placement patterns, a decrease in the value of the «leaf plate area» indicator was noted. An increase in the content of IAA was noted in the tops of the shoots of the Fuji, Kubanskoye bagryano and Gala apple trees with a planting pattern of 4,0 × 0,5 m, with a simultaneous decrease in the content of chlorophylls. Thus, when compacting plants of varieties Renet Simirenko, Golden Delicious Rangers up to 0,5 m, the crown remains quite compact with the optimal number of shoots. In plants of varieties Kuban bagryano, Gala, Fuji, compaction up to 0,5 m leads to shading of plants and inhibition of many life processes

У растений сортов Кубанское багряное, Гала, Фуджи уплотнение до 0,5 м приводит к затенению растений и угнетению многих процессов жизнедеятельности

Ключевые слова: ЯБЛОНЯ, СОРТ, СХЕМА РАЗМЕЩЕНИЯ, РОСТОВАЯ АКТИВНОСТЬ, ИУК, ПИГМЕНТЫ

Keywords: APPLE TREE, VARIETY, PLACEMENT SCHEMES, GROWTH ACTIVITY, INDOLEACETIC ACID, PIGMENTS

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-176-019>

## **Введение**

Садоводство как отрасль растениеводства, занимающаяся возделыванием многолетних плодовых или ягодных культур, занимает важное место в социально-экономическом развитии общества. Продукцию садоводства активно используют как в свежем, так и в переработанном виде, для производства детского и диетического питания. Краснодарский край является одним из лидирующих регионов в области садоводства [1, 2, 3].

Современное садоводство ориентировано на интенсивные технологии, основными элементами которых являются сорта, совмещающие в себе комплекс хозяйственно-ценных признаков, различные по силе роста клоповые подвои и уплотненные схемы посадки [4, 5].

Важной задачей, стоящей перед садоводами, является наиболее полная реализация потенциальной продуктивности плодовых растений [6]. При выборе схем размещения плодовых деревьев в саду следует учитывать, что разным сортам яблони для достижения наибольшей продуктивности требуется различная площадь питания. Установление оптимальных схем посадки деревьев позволяет значительно повысить продуктивность насаждений, максимально эффективно использовать площадь сада, существенно ускорить наступление периода товарного плодоношения и заметно повысить урожайность плодовых деревьев в течение всего периода эксплуатации [4, 5, 7].

<http://ej.kubagro.ru/2022/02/pdf/19.pdf>

При нерациональном уплотнении деревьев без учета биологических и физиологических особенностей помологических сортов, деревья угнетаются из-за недостаточного количества света, проникаемого в крону, вытягиваются в высоту, плодоношение перемещается на периферию кроны, ухудшается качество плодов [8, 9, 10].

В этой связи, цель исследований: изучение влияния схем посадки на ростовые особенности растений яблони сортов Ренет Симиренко, Голден Делишес Рейнджерс, Кубанское багряное, Фуджи, Галана на начальном этапе эксплуатации в условиях прикубанской зоны садоводства.

### **Объекты и методики проведения исследований**

Исследования проведены в период 2017–2020 гг. в высокоплотных насаждениях яблони 2016 года посадки с использованием интенсивной технологии возделывания в условиях учхоза «Кубань» (Кубанский ГАУ) прикубанской зоны садоводства. Объекты исследований – растения яблони сортов Ренет Симиренко, Голден Делишес Рейнджерс, Кубанское багряное, Фуджи, Гала, привитые на карликовом подвое М9.

Варианты опытов предусматривали использование следующих схем размещения: 4,0 × 1,5 м (контроль), 4,0 × 1,0 м, 4,0 × 0,5 м. Повторность вариантов шестикратная. Размер делянки – дерево – делянка.

Основные учеты, наблюдения, полевые и лабораторные опыты проводились согласно «Учетам, наблюдениям, анализам, обработке данных в опытах с плодовыми и ягодными растениями» (Умань, 1987), «Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (Орел, 1999), учебному пособию «Планирование исследований в плодоводстве» (Краснодар, 2016) [11, 12, 13].

Биометрические измерения (изучение количества и длины прироста побегов, площади поперечного сечения штамба) проводили в полевых условиях.

Диаметр штабмов определяли с помощью штангенциркуля в двух взаимно перпендикулярных направлениях – вдоль и поперек ряда. Площадь поперечного сечения штамба ( $S$ ) измеряли по формуле:

$$S = 3,14 * d_1 * d_2 / 4, \text{ где}$$

$d_1$  и  $d_2$  – диаметры штамба вдоль и поперек ряда.

Площадь листовой поверхность определяли весовым методом. С каждого опытного варианта отбирали 30 листьев и взвешивали. Из каждого листа высекали трубкой с площадью поперечного сечения  $1 \text{ см}^2$  по три высечки, взвешивали их.

Площадь листьев определяли по формуле:

$$S = a * C / b, \text{ где}$$

$a$  – общая масса сырых листьев, г;

$b$  – общая масса сырых высечек, г;

$C$  – общая площадь высечек,  $\text{см}^2$

Содержание хлорофиллов и каротиноидов в листьях определяли по методу Lichtenthaler, Welburn (1983). Хлорофиллы  $a$  и  $b$ , сумму хлорофилла и каротиноиды определяли в спиртовом экстракте (96%-ный этанол). Оптическую плотность вытяжек определяли при длине волны с максимумом поглощения в данной волне пигмента в спиртовой вытяжке для каждого пигмента: для хлорофилла  $a$   $\lambda=665$  нм, для хлорофилла  $b$   $\lambda=649$  нм, для каротиноидов  $\lambda=440$  нм. Концентрацию хлорофиллов  $a$  и  $b$  рассчитывали по уравнениям Винтерманс и Де Мотс для этанола [14]. Концентрацию каротиноидов в суммарной вытяжке пигментов вычисляли по уравнению Ветштейна [15].

Содержание индолиуксусной кислоты (ИУК) определяли методом капиллярного электрофореза [16].

## Результаты и обсуждение

Одним из важнейших показателей, характеризующих ростовую активность деревьев, является размер штамба. Отмечено, что при соблюдении зональной агротехники показатели вегетативного функционирования у деревьев яблони в «молодом» возрасте характеризуются как высокие (табл.1).

Таблица 1 – Площадь поперечного сечения штамбов насаждений различных сортов в зависимости от плотности посадки

Сорт	Схема посадки, м	Площадь поперечного сечения штамбов, см <sup>2</sup>			
		2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Ренет Симиренко	4,0 × 0,5	0,7	1,2	5,2	7,7
	4,0 × 1,0	0,7	1,7	6,2	11,5
	4,0 × 1,5 (к)	0,8	1,7	6,9	11,6
НСР <sub>0,5</sub>		0,3	0,3	0,5	0,7
Голден Делишес Рейнджерс	4,0 × 0,5	0,7	1,6	5,6	8,96
	4,0 × 1,0	0,7	1,8	8,3	12,6
	4,0 × 1,5 (к)	0,7	2,0	8,4	13,6
НСР <sub>0,5</sub>		0,3	0,4	0,7	1,2
Кубанское багряное	4,0 × 0,5	0,7	1,5	6,2	12,1
	4,0 × 1,0	0,8	1,9	7,6	15,0
	4,0 × 1,5 (к)	0,8	1,6	7,4	15,5
НСР <sub>0,5</sub>		0,2	0,3	0,9	0,7
Фуджи	4,0 × 0,5	0,8	1,8	7,6	15,2
	4,0 × 1,0	0,8	2,1	9,7	18,4
	4,0 × 1,5 (к)	0,9	2,2	10,0	20,7
НСР <sub>0,5</sub>		0,3	0,5	1,1	1,5
Гала	4,0 × 0,5	0,8	1,9	6,8	11,8
	4,0 × 1,0	0,8	2,1	8,1	12,5
	4,0 × 1,5 (к)	0,8	2,2	9,0	16,0
НСР <sub>0,5</sub>		0,3	0,5	1,1	1,9

Площадь поперечного сечения штамбов у изучаемых сортов в начале проведения исследований (2017–2018гг.) не различалась или различалась незначительно по всем вариантам опыта. Однако, в дальнейшем, в вариантах с более плотным размещением деревьев (особенно при использовании схемы посадки 4,0 × 0,5 м) отмечается менее выраженное увеличение данного

показателя в сравнении с контролем. При этом реакция яблони на уплотнение определялась помологическими особенностями растений. В частности, у растений сорта Голден Делишес Рейнджерс, отличающегося умеренной ростовой активностью [17], показатель площади поперечного сечения штамбов в варианте с использованием схемы посадки  $4,0 \times 0,5$  м снизился на 38% в сравнении с контрольными значениями. У растений среднерослого сорта Кубанское багряное и сорта Фуджи, сила роста которого выше среднего, [17] реакция на максимальное уплотнение, судя по изменениям данного показателя была менее выраженной. Так, у растений данных сортов при наиболее плотной схеме размещения разница с контролем составляла в среднем 26,0 %, тогда как при схеме размещения  $4,0 \times 1,0$  м всего лишь 7,6 %.

Уходные работы в молодом саду направлены, прежде всего, на формирование развитых приростов (их величина зависит от силы роста сорта), на которых образуется достаточное количество листьев для осуществления фотосинтетической деятельности. Также приросты являются залогом высокой урожайности сада, обеспечивают ежегодное пополнение молодой плодовой древесины. В связи с этим проведено изучение ростовой активности растений яблони (табл.2).

Таблица 2 – Влияние схем посадки на ростовую активность растений яблони изучаемых сортов

Сорт	Схема посадки, м	Общее кол-во прироста, шт.		Средняя длина одного прироста, см		Суммарный годичный прирост, м	
		2017 г.	Среднее за 2018–2020 гг.	2017 г.	Среднее за 2018–2020 гг.	2017 г.	Среднее за 2018–2020 гг.
Ренет Симиренко	4,0 × 0,5	9,2	36,9	26,7	44,9	2,4	16,8
	4,0 × 1,0	9,2	41,4	26,0	52,7	2,4	21,8
	4,0 × 1,5 (к)	9,0	43,4	26,9	56,7	2,4	24,6
НСР <sub>0,5</sub>		0,4	1,9	6,5	3,4	0,4	3,5
Голден Делишес Рейнджерс	4,0 × 0,5	9,1	38,3	24,5	47,2	2,2	18,4
	4,0 × 1,0	10,4	42,9	23,5	58,3	2,3	22,9
	4,0 × 1,5 (к)	9,5	43,8	23,8	65,4	2,3	28,9
НСР <sub>0,5</sub>		0,9	1,7	7,4	5,1	0,5	3,7
Кубанское багряное	4,0 × 0,5	11,2	38,4	30,2	63,7	3,4	25,4
	4,0 × 1,0	11,9	45,1	27,9	61,1	3,3	27,8
	4,0 × 1,5 (к)	12,2	45,9	29,0	64,6	3,5	29,9
НСР <sub>0,5</sub>		1,0	3,2	6,3	2,4	0,5	2,3
Фуджи	4,0 × 0,5	13,3	43,1	31,4	69,0	4,2	30,7
	4,0 × 1,0	12,7	52,7	30,6	63,1	3,9	33,9
	4,0 × 1,5 (к)	12,5	53,9	32,7	65,7	4,1	35,8
НСР <sub>0,5</sub>		1,7	5,7	5,0	3,1	0,5	2,8
Гала	4,0 × 0,5	10,4	40,8	28,5	67,3	2,9	20,9
	4,0 × 1,0	11,0	50,5	27,0	62,7	2,9	32,5
	4,0 × 1,5 (к)	10,9	51,2	29,0	67,0	3,1	35,1
НСР <sub>0,5</sub>		0,5	7,9	5,3	3,9	0,4	3,1

\* Учеты выполнены при завершении ростовых процессов яблони – в 3 декаде октября.

В 2017 году не наблюдалось значимого влияния схем размещения на количество и длину приростов. Однако, в период 2018–2020 гг. отмечены определенные особенности в ростовой активности деревьев, позволяющие судить о целесообразности уплотнения деревьев изучаемых сортов.

Уплотненное размещение деревьев яблони является существенным стресс-фактором. При этом реакцией плодовых растений на действие данного стрессора неоднозначна и зависит, прежде всего, от их помологических особенностей. В современных высокоплотных насаждениях при выборе сортов необходимо отдавать предпочтения тем сортам, растения которых отличаются умеренной ростовой активностью,

способны расти и развиваться при затенении в более плотных посадках, формируя компактную крону и, тем самым, в дальнейшем создавая оптимальный баланс между вегетативным ростом и генеративным развитием, обеспечивающий эффективную эксплуатацию насаждений. В связи с этим, установление оптимальной схемы посадки, учитывающей помологические характеристики каждого сорта, способно снизить количество дорогостоящих агроприемов, направленных на сдерживание ростовой функции деревьев: подрезка корней, применение химических препаратов (например, обработки препаратом «Регалис»)[18].

По результатам наших наблюдений отмечено закономерное увеличение количества побегов, а также суммарного годичного прироста в вариантах с наименее плотным размещением деревьев. Однако, показатель средней длины прироста варьировал в зависимости от исследуемого сорта. Так, у растений среднерослых сортов Ренет Симиренко, Голден Делишес Рейнджерс [17] данный показатель был минимален при схеме посадки  $4,0 \times 0,5$  м (ниже контрольных значений на 20,8–27,8 %). Вместе с тем у растений сортов Кубанское багряное, Гала, также относящихся к группе среднерослых [17] длина побегов при схеме посадки  $4,0 \times 0,5$  м несущественно отличалась от контрольных значений, а у растений сорта Фуджи, с выше средней силой роста [17] данный показатель характеризовался максимальными значениями (разница с контролем составила 5,0 %). Также отмечено, что у растений данных сортов ростовая активность побегов при схеме посадки  $4,0 \times 1,0$  м была ниже, чем при схемах  $4,0 \times 0,5$  м и  $4,0 \times 1,5$  м на 4,0–8,5 %.

Таким образом, у растений среднерослых сортов Кубанское багряное и Гала, а также растений сорта Фуджи, отличающегося выше средней силой роста, при плотности посадки  $4,0 \times 0,5$  м наблюдается усиление ростовой функции, в частности увеличение длины побега при одновременном снижении их количества. Данное обстоятельство приводит к затенению и

угнетению многих процессов жизнедеятельности, что в свою очередь, по всей видимости, крайне негативно отразится на общем состоянии растений в дальнейшем. Очевидно, что деревья данных сортов нельзя размещать по указанной схеме посадки, так как данная реакция сортов идет вразрез с общей концепцией уплотнения насаждений.

Уплотнение среднерослых растений сортов Ренет Симиренко и Голден Делишес Рейнджерс до 0,5 м в ряду не вызывает активизации роста побегов и существенного затенения деревьев. При этом крона остается довольно компактной с оптимальным количеством побегов.

Определяющим фактором в продуктивности сельскохозяйственных растений является фотосинтетическая деятельность листьев. Лист – это основной орган растения, в котором синтезируются органические вещества, необходимые для роста, развития и плодоношения дерева. От состояния и величины листового аппарата дерева зависит формирование плодов и закладка генеративных почек под урожай следующего года[19]. В связи с этим, изучено формирование площади листовой поверхности растений изучаемых сортов в зависимости от плотности размещения деревьев (табл.3).

Таблица 3 – Площадь листовой поверхности, см<sup>2</sup>, учхоз «Кубань», 2017–2020 гг.

Сорт	Схема посадки, м	Площадь листовой поверхности, см <sup>2</sup>			
		2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Ренет Симиренко	4,0 × 0,5	15,9	17,4	18,8	19,7
	4,0 × 1,0	15,6	18,1	19,4	21,4
	4,0 × 1,5 (к)	16,0	18,3	23,2	23,8
НСР <sub>0,5</sub>		1,1	0,7	1,6	1,5
Голден Делишес Рейнджерс	4,0 × 0,5	23,1	24,3	23,9	24,6
	4,0 × 1,0	22,7	24,9	25,5	26,1
	4,0 × 1,5 (к)	23,5	25,2	29,6	27,9
НСР <sub>0,5</sub>		1,5	0,8	1,5	1,4
Кубанское багряное	4,0 × 0,5	18,5	21,3	20,6	22,3
	4,0 × 1,0	19,1	22,0	25,1	25,8
	4,0 × 1,5 (к)	18,2	21,8	24,6	26,1
НСР <sub>0,5</sub>		1,3	1,0	1,8	1,7
Фуджи	4,0 × 0,5	20,6	21,9	21,5	26,5
	4,0 × 1,0	20,9	22,4	25,1	28,9
	4,0 × 1,5 (к)	19,8	23,1	27,1	27,4
НСР <sub>0,5</sub>		0,9	0,8	1,6	1,6
Гала	4,0 × 0,5	20,0	22,1	24,3	25,7
	4,0 × 1,0	21,4	22,7	25,3	27,6
	4,0 × 1,5 (к)	20,8	23,6	27,3	28,3
НСР <sub>0,5</sub>		1,2	0,6	0,8	0,6

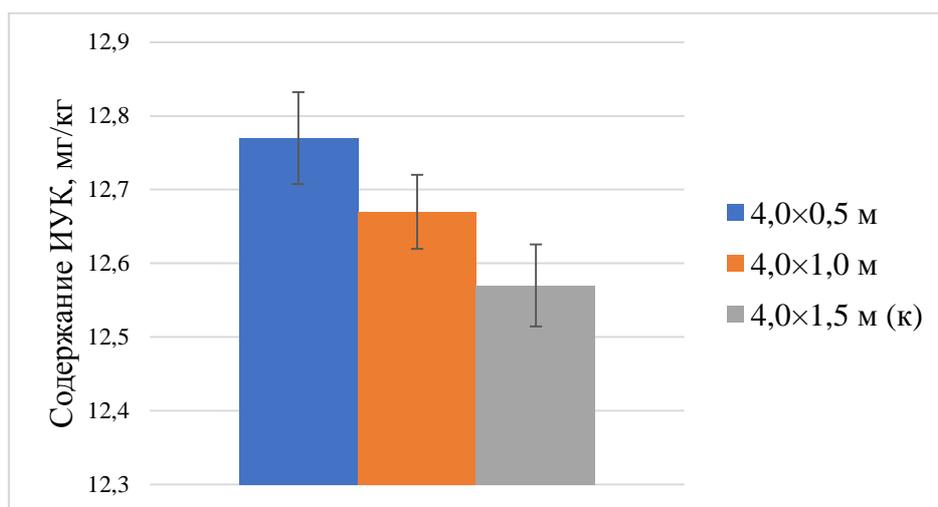
В 2017 году не отмечено закономерностей при оценке площади листовой поверхности изучаемых сортов в зависимости от схемы посадки.

В последующие годы на всех изучаемых сортах отмечена некоторая закономерность уменьшения площади листовой пластины при более плотных схемах размещения, по сравнению с контролем. Так, наиболее характерная зависимость прослеживается у растений сортов Ренет Симиренко и Голден Делишес Рейнджерс на протяжении 2019–2020 гг. исследований: при схеме посадки 4,0 × 0,5 м разница с контролем составляет 11,8–19,2 %. У растений сортов Кубанское багряноеи Галаразница с контролем колеблется в пределах 9,1–16,2 %, у растений

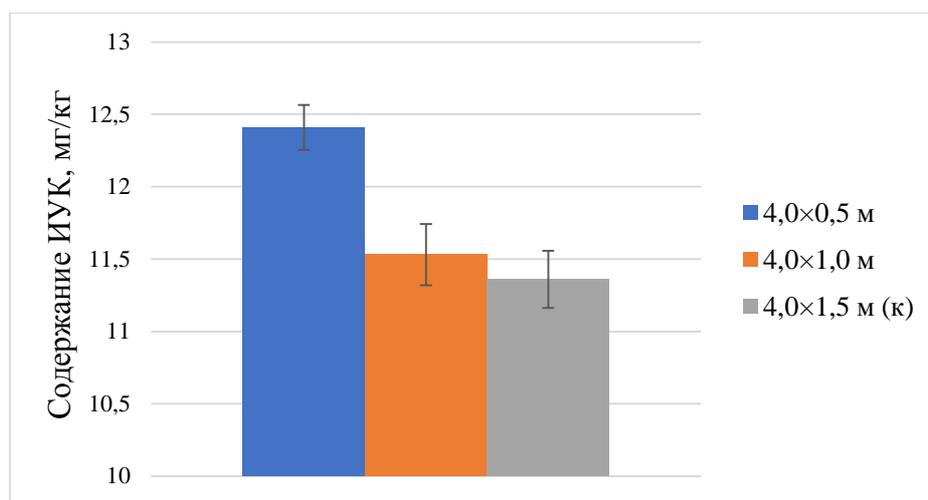
сорта Фуджи в 2019 году составляет 20,6 %, но при этом в 2020 году является несущественной.

С целью определения влияния схем посадки на ростовые особенности растений яблони в первом возрастном периоде роста и развития растений анализировали содержание ИУК (ростостимулирующий фитогормон) в апикальной меристеме.

По результатам наблюдений на начальном этапе роста и развития растений не отмечено значимого влияния схем размещения на ростовую активность, о чем свидетельствуют полученные данные о содержании ИУК в апикальной меристеме (на примересортаГала) (рис. 1а). При дальнейших наблюдениях в последующие годы отмечено, что при более плотной схеме посадки ( $4,0 \times 0,5$  м) усиление ростовой функции деревьев сортов Кубанское багряное, Фуджи, Гала сопровождается более значимым увеличением содержания ИУК в верхушках побегов, а также снижением концентрации пигментов в листьях растений. Так, по количеству ИУК разница между вариантом опыта со схемой посадки  $4,0 \times 0,5$  м и вариантами с менее плотным размещением растений составила 7,6–9,2 % (на примере сорта Фуджи) (рис. 1а, 1б).



а



б

Рисунок 1 – Содержание ИУК в верхушках побегов:

а) растений яблони сорта Гала(11.06.2017 г.);

б) растений яблони сорта Фуджи(16.06.2020 г.)

Определяющим фактором продуктивности сельскохозяйственных растений является фотосинтетическая деятельность листьев. Свет – основной фактор, регулирующий содержание пигментов[20]. На начальном этапе роста и развития деревьев не зафиксировано значимого влияния уплотнения на интенсивность фотосинтетической деятельности на примере концентрации пигментов в листьях яблони (на примере сорта Гала). В последующие годы изучение содержания хлорофиллов а и b у растений сортов Кубанское багряное, Фуджи, Гала выявило тенденцию снижения концентрации данных пигментов при более плотных схемах посадки. Так, концентрация хлорофиллов (a+b) в варианте со схемой посадки 4,0 × 0,5 м была снижена на 16,1–18,3 %, по сравнению со схемой посадки 4,0 × 1,0 м и контролем (4,0 × 1,5 м)(на примере сорта Фуджи) (рис.2).

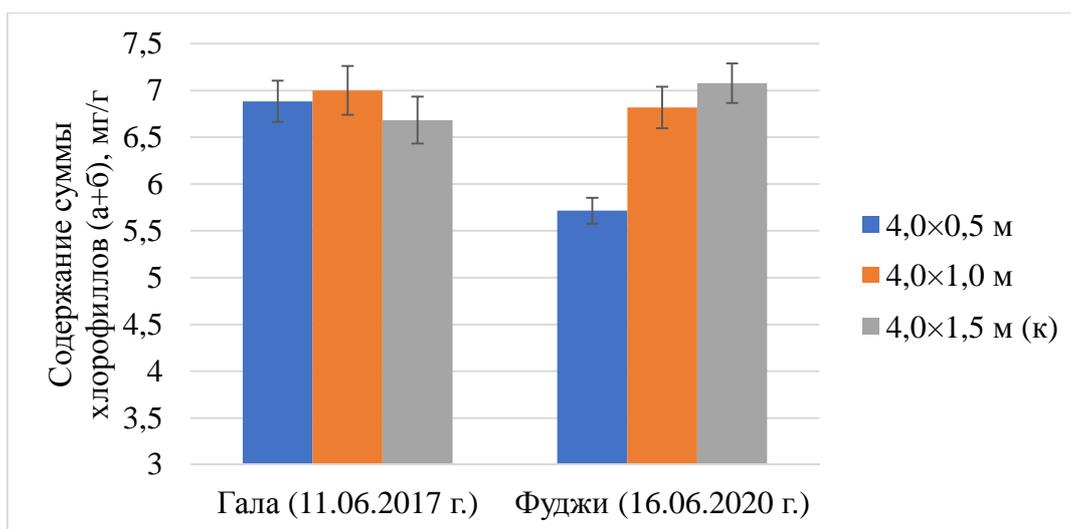


Рисунок 2 – Содержание суммы хлорофиллов (a+b) в листьях растений яблони сортов Гала и Фуджи:

### Заключение

По результатам наблюдений на начальном этапе роста и развития растений не отмечено значимого влияния схем размещения на ростовую активность. В дальнейшем уплотнении растений среднерослых сортов Ренет Симиренко, Голден Делишес Рейнджерс до 0,5 м в ряду не вызывает активизации роста побегов и существенного затенения деревьев, крона остается довольно компактной с оптимальным количеством побегов. Напротив, у растений сортов Кубанское багряное и Гала, относящихся к группе среднерослых, а также сорта Фуджис силой роста выше средней при плотности посадки 4,0 × 0,5 м наблюдается усиление ростовой функции, в частности увеличение длины побега при одновременном снижении их количества, что приводит к затенению растений и угнетению многих процессов жизнедеятельности.

### Список литературы

1. Чумаков С.С. Особенности некорневого питания яблони в условиях Прикубанской зоны садоводства : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.07 / Чумаков Сергей Семенович. Краснодар, 2008. 21 с.

2. Чумаков С.С. Особенности некорневого питания яблони в условиях Прикубанской зоны садоводства :дисс.... канд. с.-х.наук :06.01.07 / Чумаков Сергей Семенович. Краснодар, 2008.115 с.

3. Беляева А.В. Инновационные подходы в конструкции современных плодовых насаждений на Юге России / А.В. Беляева, С.С. Чумаков // Научное обеспечение устойчивого развития плодового и декоративного садоводства : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 125-летию ВНИИЦиСК и 85-летию Ботанического сада "Дерево Дружбы", Сочи, 23–27 сентября 2019 года. – Сочи: Всероссийский научно-исследовательский институт цветоводства и субтропических культур, 2019. – С. 39-43.

4. Маринин М.С. Подбор и оценка конструкций интенсивных насаждений яблони в условиях предгорной плодовой зоны Краснодарского края :дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.08 / Маринин Максим Сергеевич. Краснодар, 2013. 126 с.

5. Hudina M. The influence of planting density on sugar and organic acid content in apple (*Malus Domestica* Borkh.) / M. Hudina, F. Stampar, P. Zadavec // VII International Symposium on Orchard and Plantation Systems 557. – 2000. – С. 313-320.

6. Дорошенко Т.Н. Особенности реализации потенциала продуктивности плодовых растений в годы с погодными аномалиями / Т.Н. Дорошенко, С.С. Чумаков, Д.В. Максимцов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – № 82. – С. 853-871.

7. Чумаков С. С. Особенности реализации продукционного процесса в высокоплотных насаждениях яблони / С.С. Чумаков, А.В. Беляева // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2021. – №. 69. – С. 170–182.

8. Григорьева Л.В. Агробиологические аспекты повышения продуктивности яблони в насаждениях ЦЧР РФ: дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.08 / Григорьева Людмила Викторовна. Мичуринск, 2015. 426 с.

9. Gandev S. The effect of three training systems on the vegetative and reproductive habits of the apple cultivar «Braeburn» grafted on M9 rootstock / S. Gandev, I. Nanev, P.R. Savov, E. Isuf, G. Kornov, D. Serbezova // Bulgarian Journal of Agricultural Science. – 2016. – Vol. 22. – №. 4. – pp. 600–603.

10. Šabajevienė G. Orchard planting density effect on physiological indexes of apple trees «Auksis» on P 22 rootstock / G. Šabajevienė, N. Uselis, G. Samuolienė, D. Kviklys, J. Sakalauskaitė, P. Duchovskis // Zemdirbyste-Agriculture. – 2009. – Vol. – 96 (3). – pp. 83–92.

11. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под общ. ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК, 1999. 608 с.

12. Рязанова Л. Г. Планирование исследований в плодоводстве [Текст] : учебное пособие / Л. Г. Рязанова, И. В. Горбунов // М-во сельского хоз-ва Российской Федерации, ФГБОУ ВПО "Кубанский гос. аграрный ун-т". - Краснодар :КубГАУ, 2016. – 93 с. : ил.

13. Учеты, наблюдения, анализы, обработка данных в опытах с плодовыми и ягодными растениями: Методические рекомендации / Под ред. Г.К. Карпенчука и А.В. Мельника. – Умань: Уман. СХИ, 1987. – 115 с.

14. Расулов А.Р. Возделывание интенсивных садов яблони в Кабардино-Балкарии / А.Р. Расулов, Х.Х. Хагажеев, М.А.Расулов, Ж.Х. Бакуев, Р.А. Жуков // Плодоводство и ягодоводство России. – 2012. – Т. 29. – №. 2. – С. 115-121.

15. Смашевский Н.Д. Практикум по физиологии растений / Н. Д. Смашевский. – Астрахань : Астраханский ун-т, 2011. – 77 с.

16. Пат. 2517219 С1 Российская Федерация, МПК G01N 33/15, G01N 27/26. Способ определения индолилуксусной кислоты методом капиллярного электрофореза :

№ 2012145879/15 : заявл. 26.10.2012 :опубл. 27.05.2014 / Ю.Ф. Якуба, Н.И. Ненько, Е.К. Яблонская [и др.] ; заявитель Государственное научное учреждение Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства Россельхозакадемии.

17. Атлас лучших сортов плодовых и ягодных культур Краснодарского края / Г. В. Еремин, А. П. Луговской, Т. Г. Причко [и др.]. – Краснодар, 2008. – 104 с.

18. Гегечкори Б.С. Влияние препарата "Регалис" на формирование органов растений яблони и биохимические показатели сорта Гала на подвое р 59 / Б.С. Гегечкори, С.С. Чумаков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2020. – № 160. – С. 50-61.

19. Кудрявец Р. П. Продуктивность яблони // М.: Агропромиздат. – 1987. – 303 с.

20. Laužikè K. Orchard planting density and tree development stage affects physiological processes of apple (*Malus domestica* Borkh.) tree / K. Laužikè, N. Uselis, D. Kviklys, G. Samuolienè // *Agronomy*. – 2020. – Vol. – 10 (12). – 1912.

### References

1. Chumakov S.S. Osobennosti nekorneвого питания яблони в условиях Прикубанской зоны садоводства :автореф.дис. ... канд. с.-х.наук :06.01.07 / Chumakov Sergej Semenovich. Krasnodar, 2008. 21 s.

2. Chumakov S.S. Osobennosti nekorneвого питания яблони в условиях Прикубанской зоны садоводства :дис.... канд. с.-х.наук :06.01.07 / Chumakov Sergej Semenovich. Krasnodar, 2008.115 s.

3. Beljaeva A.V. Innovacionnye podhody v konstrukcii sovremennyh plodovyh nasazhdenij na Juge Rossii / A.V. Beljaeva, S.S. Chumakov // Nauchnoe obespechenie ustojchivogo razvitija plodovodstva i dekorativnogo sadovodstva : Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvjashhennoj 125-letiju VNIICiSK i 85-letiju Botanicheskogo sada "Derevo Druzhyb", Sochi, 23–27 sentjabrja 2019 goda. – Sochi: Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut cvetovodstva i subtropicheskikh kul'tur, 2019. – S. 39-43.

4. Marinin M.S. Podbor i ocenka konstrukcij intensivnyh nasazhdenij яблони в условиях предгорной плодовой зоны Краснодарского края :дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.08 / Marinin Maksim Sergeevich. Krasnodar, 2013. 126 s.

5. Hudina M. The influence of planting density on sugar and organic acid content in apple (*Malus Domestica* Borkh.) / M. Hudina, F. Stampar, P. Zadavec // VII International Symposium on Orchard and Plantation Systems 557. – 2000. – S. 313-320.

6. Doroshenko T.N. Osobennosti realizacii potenciala produktivnosti plodovyh rastenij v gody s pogodnymi anomalijami / T.N. Doroshenko, S.S. Chumakov, D.V. Maksimcov // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2012. – № 82. – S. 853-871.

7. Chumakov S. S. Osobennosti realizacii produkcionnogo processa v vysokoplotnyh nasazhdenijah яблони / S.S. Chumakov, A.V. Beljaeva // Plodovodstvo i vinogradarstvo Juga Rossii. – 2021. – №. 69. – S. 170–182.

8. Grigor'eva L.V. Agrobiologicheskie aspekty povyshenija produktivnosti яблони в насazhdenijah CChR RF: дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.08 / Grigor'eva Ljudmila Viktorovna. Michurinsk, 2015. 426 s.

9. Gandev S. The effect of three training systems on the vegetative and reproductive habits of the apple cultivar «Braeburn» grafted on M9 rootstock / S. Gandev, I. Nanev, P.R. Savov, E. Isuf, G. Kornov, D. Serbezova // *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. – 2016. – Vol. 22. – №. 4. – pp. 600–603.

10. Šabajevienė G. Orchard planting density effect on physiological indexes of apple trees «Auksis» on P 22 rootstock / G. Šabajevienė, N. Uselis, G. Samuolienė, D. Kviklys, J. Sakalauskaitė, P. Duchovskis // *Zemdirbyste-Agriculture*. – 2009. – Vol. – 96 (3). – pp. 83–92.
11. Programma i metodika sortoizuchenija plodovyh, jagodnyh i orehoplodnyh kul'tur / pod obshh. red. E.N. Sedova, T.P. Ogol'covej. Orel: VNIISPK, 1999. 608 s.
12. Rjazanova L. G. Planirovanie issledovanij v plodovodstve [Tekst] : uchebnoe posobie / L. G. Rjazanova, I. V. Gorbunov // *M-vo sel'skogo hoz-va Rossijskoj Federacii, FGBOU VPO "Kubanskij gos. agrarnyj un-t"*. - Krasnodar :KubGAU, 2016. – 93 s. : il.
13. Uchety, nabljudenija, analify, obrabotka dannyh v opytah s plodovymi i jagodnymi rastenijami: Metodicheskie rekomendacii / Pod red. G.K. Karpenchuka i A.V. Mel'nika. – Uman': Uman. SHI, 1987. – 115 s.
14. Rasulov A.R. Vozdelyvanie intensivnyh sadov jabloni v Kabardino-Balkarii / A.R. Rasulov, H.H. Hagazheev, M.A.Rasulov, Zh.H. Bakuev, R.A. Zhukov // *Plodovodstvo i jagodovodstvo Rossii*. – 2012. – T. 29. – №. 2. – S. 115-121.
15. Smashevskij N.D. Praktikum po fiziologii rastenij / N. D. Smashevskij. – Astrahan' : Astrahanskij un-t, 2011. – 77 s.
16. Pat. 2517219 C1 Rossijskaja Federacija, MPK G01N 33/15, G01N 27/26. Sposob opredelenija indoliluksusnoj kisloty metodom kapilljarnogo jelektroforeza : № 2012145879/15 : zajavl. 26.10.2012 :opubl. 27.05.2014 / Ju.F. Jakuba, N.I. Nen'ko, E.K. Jablonskaja [i dr.] ; zajavitel' Gosudarstvennoe nauchnoe uchrezhdenie Severo-Kavkazskij zonal'nyj nauchno-issledovatel'skij institut sadovodstva i vinogradarstva Rossel'hozokademii.
17. Atlas luchshih sortov plodovyh i jagodnyh kul'tur Krasnodarskogo kraja / G. V. Eremin, A. P. Lugovskoj, T. G. Prichko [i dr.]. – Krasnodar, 2008. – 104 s.
18. Gegechkori B.S. Vlijanie preparata "Regalis" na formirovanie organov rastenij jabloni i biohimicheskie pokazateli sorta Gala na podvoe r 59 / B.S. Gegechkori, S.S. Chumakov // *Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – 2020. – № 160. – S. 50-61.
19. Kudrjavec R. P. Produktivnost' jabloni // M.: Agropromizdat. – 1987. – 303 s.
20. Laužikė K. Orchard planting density and tree development stage affects physiological processes of apple (*Malus domestica* Borkh.) tree / K. Laužikė, N. Uselis, D. Kviklys, G. Samuolienė // *Agronomy*. – 2020. – Vol. – 10 (12). – 1912.