

УДК 633.854.78:631.8:631.445.4

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-386-9-107-113

С.В. Резвякова¹ ✉И.Я. Пигорев²Т.С. Некипелов²

¹ Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина, Орёл, Россия

² Курский государственный аграрный университет им. И.И. Иванова, Курск, Россия

✉ Lana8545@yandex.ru

Поступила в редакцию: 11.06.2024

Одобрена после рецензирования: 13.08.2024

Принята к публикации: 29.08.2024

© Резвякова С.В., Пигорев И.Я., Некипелов Т.С.

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-386-9-107-113

Svetlana V. Rezvyakova¹ ✉Igor Ya. Pigorev²Timofey S. Nekipelov²

¹ Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin, Orel, Russia

² Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov, Kursk, Russia

✉ Lana8545@yandex.ru

Received by the editorial office: 11.06.2024

Accepted in revised: 13.08.2024

Accepted for publication: 29.08.2024

© Rezvyakova S.V., Pigorev I.Ya., Nekipelov T.S.

Особенности роста и развития гибридов подсолнечника при использовании ЖКУ в условиях лесостепи России

РЕЗЮМЕ

Изучены индивидуальные особенности роста, развития и накопления сухого вещества гибридами подсолнечника одной группы спелости на черноземе типичном, среднегумусном, среднесуглинистом. Исследования проведены в звене зернопропашного севооборота на землях КФХ Некипелов С.Е. Пристенского района Курской области в разных гидротермических условиях 2020–2022 годов. Объектом изучения были гибриды подсолнечника (Сумико-Syngenta, П63ЛЕ10-Pioneer и Элион-Галактика), высеянные на глубину 4–5 см при прогреве почвы до 10 °С в количестве 60 тыс. шт/га всхожих семян. Работы выполнялись в технологии планирования урожайности 40 ц/га с внесением жидких комплексных удобрений (ЖКУ NP 11:37) перед посевом в количестве 50, 100 и 150 л/га на глубину 5, 10 и 15 см. В опыте применялась традиционная технология подготовки почвы под подсолнечник с регулированием численности сорного компонента технологией Express Sun. Высота растений в силу повышенной энергии роста у изучаемых гибридов в условиях применения ЖКУ изменялась по фазам развития и к фазе созревания на опытных вариантах достигала 177–191 см, что на 4,7–6,5% превышало контрольные значения. Масса растений в агроценозе подсолнечника возрастала у гибрида Сумико на 13,2%, П63ЛЕ10 — на 11,1%, Элион — на 12,5%. Больше накапливают сухого вещества в надземной массе растения гибрида Элион. Применение ЖКУ в максимальной дозе 150 л/га при внесении на глубину 15 см способствовало повышению накопления сухого вещества к фазе созревания в биомассе растений у гибрида Сумико на 304,3 г/м², гибрида П63ЛЕ10 — на 177,7 г/м², гибрида Элион — на 354,0 г/м², или, соответственно, на 34,7%, 17,2% и 33,7% по отношению к контролю.

Ключевые слова: подсолнечник, гибриды, удобрения, энергия роста, масса растений

Для цитирования: Резвякова С.В., Пигорев И.Я., Некипелов Т.С. Особенности роста и развития гибридов подсолнечника при использовании ЖКУ в условиях лесостепи России. *Аграрная наука*. 2024; 386(9): 107–113.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-107-113>

Peculiarities of growth and development of sunflower hybrids when using LCS in the conditions of forest-steppe of Russia

ABSTRACT

Individual features of growth, development and dry matter accumulation by sunflower hybrids of one maturity group on typical, medium-humus, medium-loamy chernozem were studied. The research was carried out in a link of grain-plowing crop rotation on the lands of farm S.E. Nekipelov Pristensky district of Kursk region in different hydrothermal conditions in 2020–2022. The object of the study were sunflower hybrids (Sumico-Syngenta, P63LE10-Pioneer and Elion-Galaktika), sown to a depth of 4–5 cm when the soil was heated to 10 °C in the amount of 60 thousand pcs/ha of germinating seeds. The work was carried out in the technology of yield planning 40 c/ha, with the introduction of liquid complex fertilizers (HCS NP 11:37) before sowing in the amount of 50, 100 and 150 l/ha per depth 5, 10 and 15 cm. In the experiment, the traditional technology of preparing the soil for salting with the regulation of the number of the weed component by Express Sun technology was used. Due to the increased growth energy of the hybrids under consideration, the height of plants varies according to the phases of development and maturation in the studied variants reached 177–191 cm, which is 4.7–6.5% higher than the control values. The mass of plants in the sunflower agroecosystem increased in the Sumiko hybrid by 13.2%, P63LE10 by 11.1%, Elion by 12.5%. The plants of the hybrid Elion accumulate more dry matter in the aboveground mass. The use of HCS at a maximum dose of 150 l/ha when applied to a depth of 15 cm contributed to an increase in the accumulation of dry matter by the maturation phase in the plant biomass of the Sumiko hybrid by 304.3 g/m², the P63LE10 hybrid by 177.7 g/m², the Elion hybrid by 354.0 g/m², or, respectively, by 34.7%, 17.2% and 33.7% relative to the control.

Key words: corn, hybrids, grain yield, green mass, grain

For citation: Rezvyakova S.V., Pigorev I.Ya., Nekipelov T.S. Peculiarities of growth and development of sunflower hybrids when using LCS in the conditions of forest-steppe of Russia. *Agrarian science*. 2024; 386(9): 107–113 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-386-9-107-113>

Введение/Introduction

Возрастающие потребности масел растительно-го происхождения стимулируют возделывание технических культур [1–3]. Подсолнечник — самая распространённая масличная культура, позволяющая получить масла самого широкого применения. В России сложилась тенденция роста производства маслосемян как за счет посевных площадей, так и в ходе урожайности районированных сортов и гибридов. Подсолнечник входит в число маргинальных культур, обеспечивающих стабильную прибыль в зонах возделывания [4–6].

В Курской области его возделывают более 220 крупных и средних хозяйствующих субъектов на площади 148 тыс. га, используя для этого 78 сортов и гибридов разных селекционных центров. Анализ используемых в регионе сортообразцов подсолнечника в 2023 г. показывает, что при обилии отечественных гибридов (41,3%) основные площади посева представлены зарубежными гибридами компаний Syngenta (48,1%) и Pioneer (31,3%), лидерами среди которых являются гибриды Неома (41 542 га), Сузука (8582 га), П63ЛЕ10, П64ЛЕ25, П64ХЕ (17 224 га), Фортими (6214 га) [5, 6].

При постоянном обновлении ассортимента сортов и гибридов подсолнечника урожайность их в зонах возделывания остается низкой. Для реализации генетического потенциала предлагаемых сортообразцов требуются адаптивные к почвенно-климатическим условиям технологии возделывания [7–10].

Подсолнечник отзывчив на плодородие земель, но эффективность агрохимикатов зависит от почвенно-климатических условий. В отдельные годы сухие (гранулированные) удобрения не реализуют себя полностью в урожае, но существенно увеличивают затраты. Использование жидких удобрений меньше лимитируется наличием почвенной влаги, и, как следствие, они лучше усваиваются полевыми культурами в период вегетации.

В свою очередь, насыщение технологии возделывания подсолнечника техногенными факторами влияет на фенологию растений, величину репродуктивной части и сроки созревания. Низкая урожайность подсолнечника в отдельные годы связана со сроками уборки в Черноземье России.

Подсолнечник в интенсивных технологиях хорошо реагирует на агрофон и в силу биологической индивидуальности семенного материала нуждается в эффективных агрохимикатах для каждой зоны возделывания [11–13]. Влияние техногенных факторов технологии возделывания на рост и развитие подсолнечника в агроценозе определяет в конечном результате урожайность маслосемян и их качество [14, 15].

Цель исследований — провести сравнительную оценку энергии роста и накопления биомассы гибридами подсолнечника в условиях применения ЖКУ на черноземе типичном.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования проводились в звене зернопропашного севооборота на землях КФХ в С.Е. Некипело (Пристенский р-н, Курская обл., Россия) в 2020–2022 гг., представленных черноземом типичным.

Согласно группировке почв по обеспеченности гидролизующим азотом и обменным калием почва имела низкие значения, по подвижному фосфору — средние.

Схема опыта включала три фактора: А — гибриды подсолнечника (Сумико, П63ЛЕ10, Элион), В — дозы ЖКУ (N_8P_{26} , $N_{16}P_{52}$, $N_{24}P_{78}$), С — глубину заделки ЖКУ в почву (5 см, 10 см и 15 см). Сумико — оригинатор Singenta CROP Protection AG, семенная компания Limagrain (г. Краснодар, Россия); П63ЛЕ10 — оригинатор Pioneer oversears corporation (США); Элион — оригинатор НПО «Галактика», селекционно-семеноводческая компания (г. Воронеж).

Жидкое комплексное удобрение ЖКУ 11-17 («ФосАгро», Россия) с массовой долей аммонийного азота 11% и мономерных ортофосфатов 37% вносили стандартным культиватором-растениепитателем.

Гибриды высевали с междурядьями 70 см сеялкой «Веста 8» (Россия). В период «2–4 пары настоящих листьев» у растений подсолнечника использовали в посевах химические средства защиты от сорняков — гербициды «Экспресс» (750 г/кг трибенурон-метил) — 25 г/га (Du Pont, США) и «Фюзилат Форте» (150 г/л флуазифоп-П-бутил) — 1 л/га (ООО «Сингента», Швейцария). Расход рабочей жидкости — 300 л/га.

Фенологические наблюдения за ростом, развитием и густотой растений подсолнечника проводились в течение всей вегетации по Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур¹. Начало фаз развития учитывали при вступлении в фазу 10% растений, полное наступление фазы фиксировали при вступлении в нее 75% растений. Линейный рост стебля определяли по фазам развития на 20 растениях в трехкратной повторяемости².

Статистическая обработка результатов выполнялась по рекомендациям Б.А. Доспехова³.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Генетическая неоднородность гибридов и разная реакция на факторы среды приводили к тому, что в отдельные фазы роста растения одних гибридов то опережали, то отставали в росте от других (табл. 1).

Гибрид Сумико обладал низкой энергией роста в период формирования настоящих листьев, и при наличии 2-й пары листьев в 2020 году растения в вариантах имели высоту 14–17 см, что на 5–7 см ниже, чем у гибридов П63ЛЕ10 и Элион. К периоду формирования корзинки он не только достигал высоты растений гибрида П63ЛЕ10, но и опережал растения гибрида Элион на 7–11 см, или на 5,2–8,4%.

В свою очередь, растения гибрида Элион в период формирования корзинки-цветения опережали в росте растения гибридов Сумико и П63ЛЕ10, достигая высоты на контроле 169 см и 178 см в вариантах с удобрениями. К созреванию высота растений гибридов П63ЛЕ10 и Элион в 2020 году была максимальной за годы наблюдений и в изучаемых вариантах достигала, соответственно, 174–185 см и 184–197 см. В период созревания колебания высоты растений между гибридами на контроле были в пределах 4–17 см, а от действия ЖКУ у гибрида Сумико — до 7 см, у гибрида П63ЛЕ10 — до 11 см, у гибрида Элион — до 10 см.

Посевы подсолнечника в 2021 году показали лучшие результаты ростовых процессов в период начала формирования настоящих листьев. У всех гибридов растения в период 2-й пары листьев были выше, чем в 2020 и 2022 годах. Начиная с 4-й пары, листьев рост стебля замедлялся и отставал от значений других лет. К периоду

¹ Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 2. Москва. 1989; 197.

² Лукомец В.М. Методика проведения полевых агрохимических опытов с масличными культурами. Краснодар: ВНИИМК. 2007; 113.

³ Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник. М.: Альянс. 2014; 351.

Таблица 1. Влияние ЖКУ на линейный рост растений гибридов подсолнечника, см. 2020–2022 гг.

Table 1. Influence of LCS on linear plant growth of hybrids sunflower hybrids, cm. 2020–2022

гибрид	Варианты		2-я пара листьев	4-я пара листьев	Образование корзинки	Цветение	Созревание		
	доза ЖКУ	глубина заделки							
Сумико Syngenta	N ₈ P ₂₆	контроль	15	50	123	158	169		
		5 см	15	49	121	156	169		
		10 см	15	51	123	158	170		
		15 см	16	51	124	158	170		
	N ₁₆ P ₅₂	5 см	16	50	124	159	171		
		10 см	17	53	126	160	173		
		15 см	17	52	125	161	174		
		5 см	17	54	128	162	173		
	N ₂₄ P ₇₈	10 см	18	55	129	164	175		
		15 см	18	56	130	165	177		
		П63ЛЕ10 Pioneer	N ₈ P ₂₆	контроль	18	57	123	157	170
				5 см	18	57	123	156	170
10 см	18			57	123	157	170		
15 см	18			58	123	157	170		
N ₁₆ P ₅₂	5 см		20	59	128	161	173		
	10 см		21	61	130	162	174		
	15 см		21	61	130	163	175		
	5 см		22	61	130	160	175		
N ₂₄ P ₇₈	10 см		23	63	133	164	179		
	15 см		23	63	133	166	180		
	Элион Галактика		N ₈ P ₂₆	контроль	19	57	124	168	181
				5 см	20	58	124	169	181
10 см		20		58	126	168	182		
15 см		20		58	126	169	182		
N ₁₆ P ₅₂		5 см	21	59	127	171	184		
		10 см	22	61	129	173	186		
		15 см	23	62	129	175	186		
		5 см	22	62	128	174	187		
N ₂₄ P ₇₈		10 см	24	64	132	176	190		
		15 см	25	64	133	178	191		
		НСР ₀₅	2020 г.	0,1	0,3	0,3	0,4	0,4	
		НСР ₀₅	2021 г.	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	
НСР ₀₅	2022 г.	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3			
Среднее	N ₈ P ₂₆	контроль	17	55	123	161	173		
		5 см	18	54	123	160	173		
		10 см	18	56	124	161	174		
		15 см	18	56	125	161	174		
	N ₁₆ P ₅₂	5 см	19	57	126	163	173		
		10 см	20	58	128	165	178		
		15 см	20	58	128	166	178		
		5 см	20	59	129	166	178		
	N ₂₄ P ₇₈	10 см	22	61	131	168	180		
		15 см	22	60	132	169	183		

созревания высота растений гибрида Сумико была в пределах 161–166 см, а гибридов П63ЛЕ10 и Элион — соответственно, 164–174 см и 177–185 см. Минимальный прирост установлен и от действия ЖКУ. В лучших вариантах он составлял 5 см у гибрида Сумико, 10 см у гибрида П63ЛЕ10, 8 см у гибрида Элион. Минимальная доза ЖКУ (N₈P₂₆) на глубине 5 см на высоте растений к концу вегетации не проявлялась.

В 2022 году развитие подсолнечника в начальный период было аналогично 2020 году, но с периода образования корзинки линейный рост изменялся в сторону увеличения. Особенно это выражено у растений гибрида Элион, где в период образования корзинки они достигали высоты 139 см на контроле и 140–151 см — в вариантах с ЖКУ.

Линейный рост подсолнечника установлен и в период формирования репродуктивных органов. Максимальный

прирост в период «цветение — созревание» был у растений гибрида Сумико и достигал: 14 см — на контроле, 21 см — от максимальной дозы ЖКУ.

К концу вегетации высота растений в лучших вариантах достигала у гибрида Сумико 187 см, у гибрида П63ЛЕ10 181 см, у гибрида Элион 192 см. Средние результаты линейного роста за три года подтвердили, что уже на первых этапах гибриды имеют различия в показателях по энергии роста. Максимальную высоту имели растения гибридов Элион и П63ЛЕ10, которые в период 2-й пары листьев были на 5–7 см выше растений гибрида Сумико.

К периоду образования корзинки растения выровнялись по высоте как на контроле, так и в вариантах с ЖКУ. Устойчивый прирост растений в этой фазе отмечен от ЖКУ в дозах N₁₆P₅₂ и N₂₄P₇₈, внесенных на глубину 10 см и 15 см. Растения в этих вариантах были выше контрольных на 6–10 см. Дальнейшая вегетация подсолнечника хотя и сопровождалась ростом стебля, но интенсивность его замедлялась от образования корзинки к цветению и созреванию.

Анализ полученных результатов показывает, что за достаточно продолжительный период налива и созревания семян прирост растений достигал у гибрида Сумико 11–12 см, а у гибридов П63ЛЕ10 и Элион, соответственно, 13–14 см и 13 см.

К уборке при средней высоте растений на контроле 169–181 см ЖКУ в минимальной дозе (N₈P₂₆) не оказывали заметного влияния на этот показатель, а увеличение их количества в два и три раза способствовало нарастанию стебля до 177 см у гибрида Сумико, до 180 см у гибрида П63ЛЕ10, до 191 см у гибрида Элион, или увеличению к контролю, соответственно, на 1,7%, 5,9%, 5,5%.

Средние значения высоты растений при разной глубине внесения ЖКУ на изучаемые гибриды показали лучший результат их действия на глубине 10 см и 15 см при минимальной и средней дозе, а в максимальной дозе — на глубине 15 см.

Наблюдения за приростом надземной массы растений подсолнечника показали, что, как и при линейном росте, изменения были под влиянием погодных условий. В ходе их нестабильности в процессе вегетации одни периоды роста и развития проходили в лучших условиях, другие — в худших, что сказалось на массе растений.

В 2020 году благоприятные условия мая позволили в фазу 2-й пары листьев иметь растениям большую массу, чем в другие годы наблюдений. У растений гибрида Элион она достигала на контроле 402 г/м², что на 16 г больше, чем в 2021 году, и на 43 г больше, чем в 2022-м. Разница в надземной массе растений между гибридами достигала в 2020 году 76 г, в 2021-м — 84 г, в 2022-м — 73 г.

С увеличением зеленой массы растений от периода к периоду возрастала и разница между гибридами. В фазу 4-й пары листьев она в 2020 году достигала

на контроле 183–237 г, в 2021-м — 173–224 г, в 2022-м — 162–227 г. Дальнейшее нарастание зеленой массы растениями сокращало различия между гибридами. К цветению масса растений возрастала на 75–86%, максимальных значений на контроле достигала у гибрида Элион (4616 г/м²). При меньшей массе растений в 2020 году разница между гибридами в период цветения достигала 757–1047 г/м². Периоды налива и созревания семян способствовали к уборке увеличению массы растений, которая была выше в 2020 и 2022 годах. Разница между гибридами контрольных вариантов достигала в 2020 году 808–1392 г/м², в 2021-м — 539–849 г/м², в 2022-м — 658–1277 г/м².

Влияние ЖКУ на формирование вегетативной массы растений подсолнечника установлено на всех гибридах, однако величина биомассы изменялась по годам наблюдений. Устойчивый рост массы растений от ЖКУ установлен в фазу «2-я пара листьев», что составляло 8,4–12,8% к контролю. В последующие периоды роста увеличение массы растений в удобренных вариантах изменялось в более широком диапазоне. В фазу «4-я пара листьев» 2020 года разница массы растений вариантов с ЖКУ и контрольными у гибридов П63ЛЕ10 и Элион достигала 25,7–26,8%, снижаясь к созреванию до 2,7–8,5%.

В 2021 и 2022 годах растения на вариантах ЖКУ независимо от гибрида на протяжении всей вегетации имели повышенную массу: на 6,4–19,1% у гибрида Сумико, на 8,2–16,1% у гибрида П63ЛЕ10, на 7,2–19,5% у гибрида Элион.

Действие ЖКУ сохранялось до созревания подсолнечника, формируя большую массу растений в этих вариантах на 2,7–8,5% в 2020 году, на 15,0–18,2% в 2021-м, на 10,1–11,7% в 2022-м.

Средние значения за три года упрощают анализ изучаемых факторов в опыте, показывая роль ЖКУ в формировании надземной массы растений у гибридов (табл. 2).

С увеличением дозы ЖКУ и глубины заделки повышалась масса растений на всех этапах роста. Отзывчивость на ЖКУ у гибридов была разной. В фазу «2-я пара листьев» масса растений с учетной площади в лучших вариантах ЖКУ повышалась у гибрида Сумико с 305 до 339 г/м², или 11,1%, у П63ЛЕ10 — с 351 до 395 г/м², или на 12,5%, у Элион — с 382 до 417 г/м², или на 9,2%.

К 4-й паре листьев прирост составил у изучаемых гибридов 63 г, 152 г, 224 г, или 9,1%, 17,6%, 24,3% к контролю. В последующие периоды роста действие ЖКУ на изучаемые гибриды выравнивалось.

В фазу «образование корзинки» растения при дозе ЖКУ N₂₄P₇₈ увеличивали массу на 254–300 г/м², или на 12,1–15,0%. В период цветения и созревания сохранялось влияние ЖКУ на уровне 11,1–13,9% к контролю, обеспечивая прирост массы растений до 512–661 г/м².

К уборке средняя масса растений различалась между гибридами на 17,3–30,4% на контроле и на 15,1–30,2% в вариантах с ЖКУ. Средние данные свидетельствуют о положительном влиянии роли ЖКУ на величину

Таблица 2. Масса растений подсолнечника по фазам развития, надземная, г/м². 2020–2022 гг.

Table 2. Sunflower plant mass by development phases, aboveground, g/m². 2020–2022

гибрид	Варианты		2-я пара листьев	4-я пара листьев	Образование корзинки	Цветение	Созревание	
	доза ЖКУ	глубина заделки						
Сумико Syngenta	контроль		305	693	1884	3410	3866	
	N ₈ P ₂₆	5 см	305	696	1901	3433	3882	
		10 см	309	704	1915	3472	3944	
		15 см	312	710	1928	3505	3956	
	N ₁₆ P ₅₂	5 см	312	712	1936	3628	3937	
		10 см	317	725	2017	3698	4049	
		15 см	325	728	2046	3735	4144	
	N ₂₄ P ₇₈	5 см	320	736	2004	3730	4135	
		10 см	333	751	2112	3799	4283	
		15 см	339	756	2138	3885	4378	
	П63ЛЕ10 Pioneer	контроль		351	866	1984	4055	4535
		N ₈ P ₂₆	5 см	355	868	1996	4046	4530
10 см			365	883	2010	4080	4548	
15 см			374	885	2058	4104	4585	
N ₁₆ P ₅₂		5 см	367	879	2045	4124	4624	
		10 см	378	908	2134	4258	4740	
		15 см	379	923	2168	4340	4830	
N ₂₄ P ₇₈		5 см	370	899	2176	4342	4836	
		10 см	386	991	2249	4444	4965	
		15 см	395	1018	2284	4538	5039	
Элион Галактика		контроль		382	922	2131	4350	5040
		N ₈ P ₂₆	5 см	383	922	2125	4385	5041
	10 см		394	945	2177	4449	5102	
	15 см		395	944	2209	4471	5125	
	N ₁₆ P ₅₂	5 см	396	956	2211	4490	5198	
		10 см	407	985	2212	4570	5329	
		15 см	412	1037	2274	4632	5392	
	N ₂₄ P ₇₈	5 см	406	1002	2302	4710	5399	
		10 см	416	1061	2379	4835	5595	
		15 см	417	1146	2394	4920	5701	
	HCP ₀₅	2020 г.	10	17	39	70	73	
	HCP ₀₅	2021 г.	11	18	42	71	74	
HCP ₀₅	2022 г.	9	16	34	74	86		
Среднее по гибридам	контроль		346	827	1997	3938	4480	
	N ₈ P ₂₆	5 см	347	828	2008	3955	4479	
		10 см	356	843	2034	4000	4528	
		15 см	361	847	2065	4026	4555	
	N ₁₆ P ₅₂	5 см	358	849	2064	4081	4582	
		10 см	368	873	2141	4176	4706	
		15 см	372	896	2163	4235	4989	
	N ₂₄ P ₇₈	5 см	365	878	2160	4260	4790	
		10 см	379	935	2247	4359	4947	
		15 см	384	974	2273	4448	5039	

надземной массы растений со 2-й пары листьев до созревания. Лучшие результаты роста и развития установлены при максимальной дозе ЖКУ (N₂₄P₇₈), внесенной на глубину 15 см.

По заключению исследователей, интенсивное формирование биомассы и сухого вещества у подсолнечника происходит с развитием глубоко проникающей корневой системы [16–18].

Механизм динамики нарастания сырой надземной массы отличается от накопления сухого вещества по периодам роста и развития растений. Накопление сухого вещества усиливается с нарастанием вегетативных и генеративных органов у растений подсолнечника. Как и при формировании зеленой массы, величина сухого вещества зависит от гидротермического режима погодных условий периода исследований.

В данном опыте на начальных этапах роста растений больше накапливали сухого вещества в 2020 и 2021 годах, когда в период «2-я пара листьев» его было на контроле у гибрида Сумико на 23,3–23,5% больше, чем в 2022 году, а у гибридов П63ЛЕ10 и Элион — на 15,9–21,3% и 11,8–25,3% соответственно.

В последующие периоды роста до образования корзинки гибриды выравнивались в годы наблюдений по величине накопленной сухой массы. К созреванию каждый гибрид имел свою массу сухого вещества в растениях, величина которой на контроле у гибрида Сумико была больше в 2022 году, а у гибридов П63ЛЕ10 и Элион — в 2020-м. Во все годы наблюдений меньше накапливал сухой массы гибрид Сумико, что отчетливо видно во все периоды вегетации.

Влияние ЖКУ и глубины заделки проявилось в годы наблюдений с разной величиной изменения массы сухого вещества в учитываемые периоды роста. Отличались из общей закономерности результаты 2020 года, когда растения рассматриваемых гибридов в период созревания не подтверждали достоверного влияния ЖКУ на всех вариантах.

Анализ полученных данных показал, что в период «цветение — созревание» нарастание сухого вещества на контроле шло более интенсивно, чем в вариантах с ЖКУ, что обезличило действие изучаемого приема. Вероятно, в период налива и созревания семян подсолнечника состояние педоценоза благоприятствовало реализации потенциала сухих минеральных удобрений, внесенных на контроле в эквивалентных дозах с ЖКУ.

Средние результаты за три года показали, что гибриды П63ЛЕ10 и Элион с периода образования настоящих листьев и до появления корзинки на 21,9–25,2% имели больше сухого вещества в растениях, чем гибрид Сумико (рис. 1).

В период образования корзинки, когда идет максимальное нарастание вегетативной массы, разница в величине сухой массы между растениями гибридов сокращалась до 7,1–7,4%. В период цветения, налива и созревания семян гибриды П63ЛЕ10 и Элион имели близкие по величине значения сухой массы между собой, но отличавшиеся, как и в начальный период роста, от растений гибрида Сумико на 22,1–24,6% в сторону увеличения.

Действие с ЖКУ было отмечено на растениях всех гибридов с периода формирования настоящих листьев до созревания. При минимальной дозе ЖКУ (N_8P_{26}), внесенной на глубину 15 см, прирост сухой массы к

контролю в периоды наблюдений составлял у гибрида Сумико на 2,3–2,8%, у П63ЛЕ10 — на 1,2–6,5%, у Элиона — на 12,2–32,7%.

Глубина заделки ЖКУ определяла эффективность их действия. При внесении ЖКУ на глубину 5 см их действие на накопление сухого вещества от минимальной дозы (N_8P_{26}) не установлено на изучаемых гибридах. Лучшие результаты накопления сухого вещества были получены при внесении ЖКУ на глубину 15 см, где их действие в дозе $N_{24}P_{78}$ было выше, чем от внесения этой же дозы на глубину 10 см, на 0,9–2,6% у гибрида Сумико, на 1,7–5,7% — у гибрида П63ЛЕ10, на 0,3–9,3% — у гибрида Элион.

Средние значения по изучаемым гибридам показали прирост сухой массы растений от дозы ЖКУ $N_{24}P_{78}$, внесенной на глубину 15 см, на 16,3% в фазу «2-я пара листьев», на 25,6% в фазу «4-я пара листьев», на 18,9% в фазу «образование корзинки», на 18,1% в фазу «цветение». К созреванию масса сухого вещества с учетной площади этого варианта достигала 1251,4 г/м², что на 185,5 г больше, чем в контрольном варианте.

На основе данных сбора сухого вещества подсолнечника с единицы площади установили, что содержание сухого вещества в биомассе растений существенно менялось в ходе вегетации. В начале формирования настоящих листьев растения содержали от 12,7 до 14,6% сухого вещества. В фазу «4-я пара листьев» соотношение «вода — сухое вещество» изменялось в сторону увеличения сухого вещества до 14,0–16,1%.

Формирование вегетативной массы сопровождалось накоплением органических и минеральных соединений с ростом количества сухого вещества у изучаемых гибридов до 17,0–18,3%. В период формирования семян растения были менее обводнены и увеличивали количество сухого вещества на контроле до 22,0% в период цветения, до 25,1% в период созревания.

Наблюдения за ходом прироста сухого вещества в растениях показали, что в период формирования вегетативной массы действие ЖКУ было установлено только в дозе $N_{24}P_{78}$, внесенной на глубину 15 см. В период созревания растений гибрида Сумико увеличение сухого вещества было при всех дозах ЖКУ, а у гибридов П63ЛЕ10 и Элион — только от максимальной дозы ($N_{24}P_{78}$).

Выводы/Conclusion

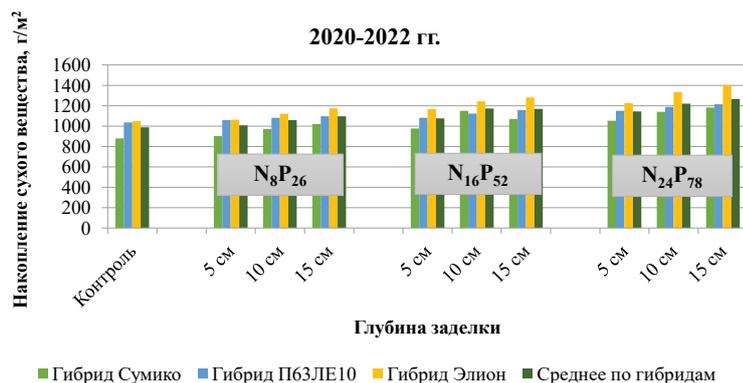
1. Выявлена сортовая специфичность гибридов подсолнечника по фазам развития в отношении влияния абиотических факторов сезона вегетации и отзывчивости на подкормку ЖКУ (жидким комплексным удобрением) и глубину внесения удобрения.

2. Тройная доза ЖКУ ($N_{24}P_{78}$) способствовала увеличению высоты стеблей гибридов Сумико, П63ЛЕ10 и Элион, соответственно, на 1,7%, 5,9%, 5,5% по отношению к контролю. Гибриды П63ЛЕ10 и Элион с периода образования настоящих листьев и до появления корзинки на 21,9–25,2% имели больше сухого вещества в растениях, чем гибрид Сумико.

3. Лучший результат по показателям «высота растений» и «накопление сухого вещества» гибридами подсолнечника к фазе созревания получен при максимальной дозе внесения ЖКУ ($N_{24}P_{78}$) на глубину 15 см.

Рис. 1. Среднее накопление сухого вещества гибридами подсолнечника к периоду созревания. 2020–2022 гг.

Fig. 1. Average dry matter accumulation of sunflower hybrids by maturity. 2020–2022



Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data. All authors made an equal contribution to the work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Vinogradov D., Zubkova T. Study of imidazolinone-resistant hybrids of rapeseed and sunflower for yield depending on doses of mineral nutrition. *II International Conference on Current Issues of Breeding, Technology and Processing of Agricultural Crops, and Environment (CIBTA-II-2023)*. Les Ulis Cedex A, France. 2023; (71): 1044. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20237101044>
- Mamyro Yu., Bushnev A., Luchkina T., Krivoslyukov K. Herbicide effectiveness of tank mixtures on oil flax varieties in different pedoclimatic conditions of Southern Russia. *International Scientific and Practical Conference "Current Issues of Biology, Breeding, Technology and Processing of Agricultural Crops" (CIBTA2022). Conference Proceedings (To the 110th anniversary of V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops)*. United States, 2023; (2777): 020067-1-020067-5. <https://doi.org/10.1063/5.0140414>
- Orlov A., Rendov N., Ershov V., Nekrasova E., Mozyleva S. The timing of oilseed flax sowing in the steppe zone of Western Siberia. *E3S Web of Conferences. EBWFF 2023 – International Scientific Conference Ecological and Biological Well-Being of Flora and Fauna*. 2023; 1: (420): 01015. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202342001015>
- Гулидова В.А. Морфологические особенности гибридов подсолнечника как показатель их производственной оценки в условиях северо-запада Центрального Черноземья. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2023; (6): 32–39. <https://doi.org/10.53083/1996-4277-2023-224-6-32-39>
- Дубовик Д.В., Чуюн О.Г. Качество сельскохозяйственных культур в зависимости от агротехнических приемов и климатических условий. *Земледелие*. 2018; (2): 9–13. <https://doi.org/10.24411/0044-3913-2018-10202>
- Зеленский Н.А., Зеленская Г.М., Шуркин А.Ю. Влияние различных технологий возделывания подсолнечника на водный режим почвы и его продуктивность. *Вестник Донского государственного аграрного университета*. 2020; (4–1): 101–111. <https://www.elibrary.ru/lqqelz>
- Шитиков Н.В., Пигорев И.Я. Продуктивность гибридов подсолнечника при повышенных фонах минеральных удобрений на черноземе типичном. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2023; (5): 6–13. <https://www.elibrary.ru/qcqnau>
- Колыгин Ю.С., Новичихин О.В. Влияние корневого питания на рост растений и урожайность подсолнечника. *Аграрная наука*. 2011; (10): 15–16. <https://www.elibrary.ru/oiozrb>
- Пигорев И.Я., Никитина О.В., Шитиков Н.В. Водопотребление гибридами подсолнечника при локальном внесении жидких комплексных удобрений в условиях Курской области. *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2023; (2): 175–179. <https://www.elibrary.ru/vqonkm>
- Насиев Б.Н., Есенгузина А. Влияние сроков посева на продуктивность и качество подсолнечника. *Аграрная наука*. 2020; (4): 60–62. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-337-4-60-62>
- Рыженко Е.Н., Арасланова Н.М., Гончаров С.В. Селекция линий подсолнечника, устойчивых к раце G заразики. *Аграрная наука*. 2021; (6): 42–45. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-350-6-42-45>
- Тишков Н.М., Еремин Г.И. Эффективность применения жидких комплексных удобрений под подсолнечник на черноземе Краснодарского края. *Масличные культуры*. 2020; (2): 51–61. <https://doi.org/10.25230/2412-608X-2020-2-182-51-61>
- Khan I. et al. Boosting Achene Yield and Yield Related Traits of Sunflower Hybrids through Boron Application Strategies. *American Journal of Plant Sciences*. 2015; 6(11): 1752–1759. <https://doi.org/10.4236/ajps.2015.611175>
- Пигорев И.Я., Петрова С.Н., Трутаева Н.Н., Шитиков Н.В. Эффективность локального применения жидких комплексных удобрений в агроценозах подсолнечника. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2021; (9): 45–51. <https://www.elibrary.ru/ntknbb>
- Резвякова С.В., Титов В.Н., Данилов С.Ю., Конева О.А., Зайцев В.А. Урожайность и качество зерна новых сортов озимой пшеницы в условиях Орловской области. *Аграрная наука*. 2023; (2): 76–81. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-367-2-76-81>
- Вашченко А.В., Каменев Р.А., Севостьянова А.А. Влияние минеральных удобрений и бактериальных препаратов на урожайность подсолнечника в условиях Нижнего Дона. *Аграрная наука*. 2020; (2): 64–66. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-335-2-64-66>
- Пигорев И.Я., Шитиков Н.В. Засоренность посевов подсолнечника при локальном внесении ЖКУ в условиях Курской области. *Земледелие*. 2023; (7): 43–47. <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2023-7-43-47>
- Kotlyarova E.G., Gritsina V.G., Titovskaya A.I., Litsukov S.D. Formation of the Symbiotic Apparatus and Yield of Soy Varieties Depending On the Level of Fertilization. *International Journal of Advanced Biotechnology Research*. 2017; 8(4): 1156–1164. <https://www.elibrary.ru/xzpywd>

REFERENCES

- Vinogradov D., Zubkova T. Study of imidazolinone-resistant hybrids of rapeseed and sunflower for yield depending on doses of mineral nutrition. *II International Conference on Current Issues of Breeding, Technology and Processing of Agricultural Crops, and Environment (CIBTA-II-2023)*. Les Ulis Cedex A, France. 2023; (71): 1044. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20237101044>
- Mamyro Yu., Bushnev A., Luchkina T., Krivoslyukov K. Herbicide effectiveness of tank mixtures on oil flax varieties in different pedoclimatic conditions of Southern Russia. *International Scientific and Practical Conference "Current Issues of Biology, Breeding, Technology and Processing of Agricultural Crops" (CIBTA2022). Conference Proceedings (To the 110th anniversary of V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops)*. United States, 2023; (2777): 020067-1-020067-5. <https://doi.org/10.1063/5.0140414>
- Orlov A., Rendov N., Ershov V., Nekrasova E., Mozyleva S. The timing of oilseed flax sowing in the steppe zone of Western Siberia. *E3S Web of Conferences. EBWFF 2023 – International Scientific Conference Ecological and Biological Well-Being of Flora and Fauna*. 2023; 1: (420): 01015. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202342001015>
- Gulidova V.A. Morphological features of sunflower hybrids as indicator of their production evaluation in the north-west of the Central Chernozem region. *Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2023; (6): 32–39 (in Russian). <https://doi.org/10.53083/1996-4277-2023-224-6-32-39>
- Dubovik D.V., Chuyan O.G. Quality of crops depending on agronomical practices and climatic conditions. *Zemledelie*. 2018; (2): 9–13 (in Russian). <https://doi.org/10.24411/0044-3913-2018-10202>
- Zelensky N.A., Zelenskaya G.M., Shurkin A.Yu. The influence of various technologies of cultivation of sunflower on the water regime of the soil and its productivity. *Bulletin of Don State Agrarian University*. 2020; (4–1): 101–111 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/lqqelz>
- Shitikov N.V., Pigorev I.Ya. Productivity of sunflower hybrids with increased backgrounds of mineral fertilizers on typical chernozem. *Vestnik of Kursk State Agricultural Academy*. 2023; (5): 6–13 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/qcqnau>
- Kolyagin Yu.S., Novichikhin O.V. Influence of root feeding on growth and yield of sunflower plants. *Agrarian science*. 2011; (10): 15–16 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/oiozrb>
- Pigorev I.Ya., Nikitina O.V., Shitikov N.V. Water consumption by sunflower hybrids with local application of liquid complex fertilizers in the conditions of the Kursk region. *International Agricultural Journal*. 2023; (2): 175–179 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/vqonkm>
- Nasiev B.N., Yesenguzhina A. Influence of seeding terms on productivity and quality of sunflower. *Agrarian science*. 2020; (4): 60–62 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-337-4-60-62>
- Ryzenko E.N., Araslanova N.M., Goncharov S.V. Breeding of sunflower lines resistant to race G of Broomrape. *Agrarian science*. 2021; (6): 42–45 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-350-6-42-45>
- Tishkov N.M., Eremin G.I. Efficiency of application of liquid complex fertilizers under sunflower on black soil of the Krasnodar region. *Oil Crops*. 2020; (2): 51–61 (in Russian). <https://doi.org/10.25230/2412-608X-2020-2-182-51-61>
- Khan I. et al. Boosting Achene Yield and Yield Related Traits of Sunflower Hybrids through Boron Application Strategies. *American Journal of Plant Sciences*. 2015; 6(11): 1752–1759. <https://doi.org/10.4236/ajps.2015.611175>
- Pigorev I.Ya., Petrova S.N., Trutaeva N.N., Shitikov N.V. The effectiveness of local application of liquid complex fertilizers in sunflower crops. *Vestnik of Kursk State Agricultural Academy*. 2021; (9): 45–51 (in Russian). <https://www.elibrary.ru/ntknbb>
- Rezvyakova S.V., Titov V.N., Danilov S.Yu., Koneva O.A., Zaitsev V.A. Grain yield and quality of new winter wheat varieties in the Orel region. *Agrarian science*. 2023; (2): 76–81 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-367-2-76-81>
- Vashchenko A.V., Kamenev R.A., Sevostyanova A.A. Influence of mineral fertilizers and bacterial preparations on sunflower yield in the conditions of the Lower Don. *Agrarian science*. 2020; (2): 64–66 (in Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-335-2-64-66>
- Pigorev I.Ya., Shitikov N.V. Weed infestation of sunflower crops with local application of liquid complex fertilizers under the conditions of the Kursk region. *Zemledelie*. 2023; (7): 43–47 (in Russian). <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2023-7-43-47>
- Kotlyarova E.G., Gritsina V.G., Titovskaya A.I., Litsukov S.D. Formation of the Symbiotic Apparatus and Yield of Soy Varieties Depending On the Level of Fertilization. *International Journal of Advanced Biotechnology Research*. 2017; 8(4): 1156–1164. <https://www.elibrary.ru/xzpywd>

ОБ АВТОРАХ

Светлана Викторовна Резвякова¹

доктор сельскохозяйственных наук, доцент,
 lana8545@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7681-4516>

Игорь Яковлевич Пигорев²

доктор сельскохозяйственных наук, профессор
 igoigo4@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8863-8102>

Тимофей Сергеевич Некипелов²

аспирант
 timofeynekipelov@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0002-5892-1315>

¹Орловский государственный аграрный университет
 им. Н.В. Парахина,
 ул. им. Генерала Родина, 69, Орёл, 302019, Россия

²Курский государственный аграрный университет
 им. И.И. Иванова,
 ул. им. Карла Маркса, 70, Курск, 305021, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Svetlana Viktorovna Rezvyakova¹

Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor
 lana8545@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-7681-4516>

Igor Yakovlevich Pigorev²

Doctor of Agricultural Sciences, Professor
 igoigo4@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8863-8102>

Timofey Sergeevich Nekipelov²

Graduate Student
 timofeynekipelov@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0002-5892-1315>

¹Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin,
 69 General Rodin Str., Orel, 302019, Russia

²Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov,
 70 Karl Marx Str., Kursk, 305021, Russia



23-25
 октября
 2024

- ЖИВОТНОВОДСТВО
- ЗЕМЛЕДЕЛИЕ
- РАСТЕНИЕВОДСТВО
- КОРМОПРОИЗВОДСТВО
- ВЕТЕРИНАРИЯ
- ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ
- ПРОДУКТЫ. НАПИТКИ. ОБОРУДОВАНИЕ
- СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ТЕХНИКА
- ПЕРЕРАБОТКА И СБЫТ
- КАДРЫ

МЕРОПРИЯТИЯ ДЕЛОВОЙ ПРОГРАММЫ СЕМИНАРЫ,
 КРУГЛЫЕ СТОЛЫ, СОВЕЩАНИЯ, ТРЕНИНГИ ПО РАЗВИТИЮ АПК

Место проведения: г. Новокузнецк, ул. Автотранспортная, 51,
 ВК «Кузбасская ярмарка», тел: +7 (3843) 32-11-16, 8-951-587-9690
www.kuzbass-fair.ru

