



Научная статья

УДК 631.671:633.854.78:631.82(470.323)

doi: 10.55186/25876740_2023_66_2_175

ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ ГИБРИДАМИ ПОДСОЛНЕЧНИКА ПРИ ЛОКАЛЬНОМ ВНЕСЕНИИ ЖИДКИХ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ В УСЛОВИЯХ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

И.Я. Пигорев, О.В. Никитина, Н.В. Шитиков

Курская государственная сельскохозяйственная академия
имени И.И. Иванова, Курск, Россия

Аннотация. Изучен водный режим чернозема типичного при возделывании лидирующих в посевах Курской области гибридов подсолнечника разных селекционных центров (Сумико — Syngenta; П63ЛЕ10 — Pioneer и Элион — Галактика) в зависимости от дозы и способа внесения весной жидких комплексных удобрений (ЖКУ 11-37-0). Исследования проводили в 2020-2022 гг. Учет почвенной влаги и ее расход подсолнечником в период вегетации свидетельствует о устойчивом ее потреблении из горизонтов 0-1,5 м с разной интенсивностью в периоды роста. Основная часть влаги в структуре суммарного водопотребления приходится на осадки периода вегетации и только 29,9-31,0% составляет почвенная влага до посевного периода. Водопотребление гибридами подсолнечника различалось как в периоды развития, так и за вегетацию в целом, изменяясь в пределах 361,9-391,2 мм. На фоне ЖКУ водопотребление зарубежными гибридами Сумико и П63ЛЕ10 возрастало на 36,9-56,9 мм. У отечественного гибрида Элион при внесении ЖКУ на глубину 0,05-0,1 м водопотребление возрастало с 391,2 до 427,7 мм и снижалось при заделке на глубину 0,15 м до 380,2 мм. В трехлетнем опыте гибриды показали разный коэффициент водопотребления, который изменялся от 99 до 120 мм на контроле и возрастал у гибрида Сумико при внесении ЖКУ на глубину 0,05 и 0,1 м. Внесение ЖКУ в более влажные слои на глубину 0,15 м сокращает расход воды гибридами на формирование репродуктивных органов у Сумико — до 95-100 мм/т, П63ЛЕ10 — до 99-106 мм/т, Элион — до 105-108 мм/т.

Ключевые слова: гибриды подсолнечника, жидкие комплексные удобрения, атмосферная и почвенная влага, водопотребление

Original article

WATER CONSUMPTION BY SUNFLOWER HYBRIDS WITH LOCAL APPLICATION OF LIQUID COMPLEX FERTILIZERS IN THE CONDITIONS OF THE KURSK REGION

I.Ya. Pigorev, O.V. Nikitina, N.V. Shitikov

Kursk State Agricultural Academy named after I.I. Ivanov,
Kursk, Russia

Abstract. The water regime of chernozem typical for the cultivation of sunflower hybrids leading in the crops of the Kursk region of different breeding centers (Sumico — Syngenta; P63LE10 — Pioneer and Elion — Galaktika) was studied, depending on the dose and method of application of liquid complex fertilizers in spring (housing and communal services 11-37-0). The research was carried out in 2020-2022. Taking into account soil moisture and its consumption by sunflower during the growing season indicates its steady consumption from horizons of 0-1.5 meters with different intensity during periods of growth. The main part of moisture in the structure of total water consumption falls on the precipitation of the growing season and only 29.9-31.0% is soil moisture before the sowing period. Water consumption by sunflower hybrids varied both during development and during the growing season as a whole, varying within 361.9-391.2 mm. Water consumption by sunflower hybrids varied both during development and during the growing season as a whole, varying within 361.9-391.2 mm. Against the background of liquid complex fertilizers, water consumption by foreign hybrids Sumico and P63LE10 increased by 36.9-56.9 mm. In the domestic hybrid Elion, when applying liquid complex fertilizers to a depth of 0.05-0.1 m, water consumption increased from 391.2 to 427.7 mm and decreased when sealing to a depth of 0.15 m to 380.2 mm. In a three-year experiment, the hybrids showed a different coefficient of water consumption, which varied from 99 to 120 mm at the control and increased in the Sumico hybrid when applying liquid complex fertilizers to a depth of 0.05 and 0.1 m. The introduction of liquid complex fertilizers into wetter layers to a depth of 0.15 m reduces the water consumption of hybrids for the formation of reproductive organs to: Sumico — 95-100 mm/t, P63LE10 — 99-106 mm/t, Elion — 105-108 mm/t.

Keywords: sunflower hybrids, liquid complex fertilizers, atmospheric and soil moisture, water consumption

Введение. Возрастающие потребности в маслах растительного происхождения стимулируют возделывание технических культур [1]. Подсолнечник масличный (*Helianthus annuus*) занимает четвертое место в мире по производству растительного масла (9,2%), размещаясь на площади более 22 млн га. Основные посевы этой культуры (73%) сосредоточены в Украине и России. В отдельных регионах Российской Федерации доля подсолнечника в посевах достигает 29-31% (Саратовская, Самарская области).

В Курской области его возделывают более 200 крупных и мелких хозяйствующих субъектов на площади 148 тыс. га, используя в 2021 г. 56 сортов и гибридов разных селекционных центров.

Подсолнечник входит в число маргинальных культур, обеспечивающих стабильную прибыль в зонах возделывания [2-5]. Посевной материал, представленный в основном импортной селекцией, обладает высокой продуктивностью, реализация которой требует соответствующей агротехники. Для многих регионов лимитирующими продуктивностью подсолнечника являются факторы влагообеспеченности и плодородия почв [6, 7].

Подсолнечник — культура сухих степей и может переносить почвенную и атмосферную засуху, однако в культуре сельскохозяйственного производства он требователен к влаге. Современные экотипы подсолнечника, селекционированные на высокую урожайность и масличность семян, реализуют свой потенциал

в условиях достаточной влагообеспеченности корнеобитаемого слоя почвы [8]. Установлено, что в силу стержневой, глубокопроникающей корневой системы, водопотребление подсолнечника идет как из почвенных, так и подпочвенных (материнских) горизонтов. Увеличение посевов этой культуры в большинстве регионов России, чрезмерное насыщение подсолнечником севооборотов создает необходимость оценки запасов зональных почв, их годовой динамики [9, 10].

Современные экотипы подсолнечника отечественной и зарубежной селекции имеют неодинаковое потребление влаги в разные периоды вегетации, а достоверная привязка к почвенным и гидротермическим условиям региона порой отсутствует. Часто годовые осадки

не компенсируют вынос влаги подсолнечником за вегетацию, формируя при этом устойчивое обезвоживание зональных почв [11].

Учитывая регулируемость этих факторов, производитель в поиске не только лучшего сорта, но и соответствующей почвенно-климатическим условиям технологии его возделывания. Для снижения затрат на минеральные удобрения наряду с традиционными (сухими) все чаще применяются жидкие комплексные удобрения (ЖКУ). Они дешевле в производстве, применимы, эффективны в первый год использования [12-14].

Научная новизна исследований состоит в оценке водопотребления распространенными в Курской области гибридами отечественной (Элион) и зарубежной (Сумико, П63ЛЕ10) селекции на черноземе типичном при локальном внесении разных доз жидких комплексных удобрений (ЖКУ 11-37-0) на глубину 0,05, 0,1 и 0,15 м. Приводится общая динамика запасов продуктивной влаги в слое почвы 0-1,5 м и полойно через 0,3 м в критические фазы развития подсолнечника с продуктивностью маслосемян 0,3-0,4 т/га.

Целью исследований было изучение водопотребления зарубежными и отечественными гибридами подсолнечника при разных дозах и способах внесения жидких комплексных удобрений (ЖКУ 11-37-0) на черноземе типичном.

Методика исследования. Опыты проводились с гибридами подсолнечника одинаковых сроков созревания зарубежных и российских компаний Syngenta (Сумико), Pioneer (П63ЛЕ10), Галактика (Элион). Изучаемые гибриды имеют регистрацию и рекомендованы для 5-го региона (Курская область).

Работы проходили в 2020-2022 гг. на землях ООО «Золотой колос» Пристенского района Курской области. Почвенный покров представлен черноземом типичным со средней обеспеченностью азотом и калием, повышенной обеспеченностью фосфором. Исследования проводились на основе методики проведения полевых и агротехнических опытов с масличными культурами [15].

В опыте использовалась традиционная для зоны технология выращивания подсолнечника, предусматривающая лущение стерни после озимой пшеницы. Перед глубокой вспашкой на глубину 0,28-0,32 м вносили часть расчетной дозы удобрений, общее их количество во всех вариантах составляло $N_{90}P_{110}K_{120}$ и рассчитано на планируемый урожай семян подсолнечника 4,0 т/га. На контроле удобрения вносились с осени ($N_{20}P_{70}K_{120}$) и весной ($N_{70}P_{40}$) в гранулированной (сухой) форме. В изучаемых вариантах часть рассчитанной дозы элементов питания применяли весной в жидкой форме в дозах $N_{8}P_{26}$, $N_{16}P_{52}$ и $N_{24}P_{78}$ культиватором на глубину 0,05, 0,1 и 0,15 м, остальную, как и на контроле, с осени. Фактический расход ЖКУ на 1 га по вариантам составил 50, 100 и 150 л/га.

Ежегодно проводили двукратное снегозадержание снегопахом-валкователем универсальным (СВУ-7) в агрегате с трактором МТЗ-1221. Первое снегозадержание проводили в первой декаде января с расстоянием между центром прохода 20 м, второе — в первой декаде февраля между проходами. Работа снегопахом проводилась поперек господствующих ветров.

Весеннее боронование и культивацию проводили при наступлении физической спелости

почвы. Посев осуществляли в период прогресса почвы на глубине заделки семян до +10°C с нормой высева 60 тыс. шт./га. Борьба с сорняками осуществлялась согласно технологии ExpressSun. Влагозапасы учитывали в обозначенные (критические) фазы роста подсолнечника. Продуктивную влагу определяли через

оценку влажности почвы, полойно до глубины 1,5 м.

Результаты и обсуждение. Колебания температурного режима и количество осадков в годы исследований сказывались на ходе ростовых процессов подсолнечника. Формирование вегетативной массы от всходов до

Таблица 1. Гидротермические условия в период вегетации подсолнечника
Table 1. Hydrothermal conditions during the growing season of sunflower

Годы	Всходы-образование корзинки		Образование корзинки-цветение		Цветение-созревание		Всходы-созревание	
	осадки, мм	ГТК	осадки, мм	ГТК	осадки, мм	ГТК	осадки, мм	ГТК
2020	121	0,91	80	0,84	16	0,69	217	0,81
2021	143	1,07	42	0,73	89	0,92	274	0,91
2022	159	1,15	101	0,90	57	0,79	318	0,95
Среднее	141	1,04	74	0,82	54	0,80	270	0,89

Таблица 2. Запасы продуктивной влаги почвы в период вегетации гибридов подсолнечника в слое 0-150 см (2020-2022 гг.), мм
Table 2. Stocks of productive soil moisture during the growing season of sunflower hybrids in layer 0-150 cm (2020-2022), mm

гибрид	Варианты		Фазы роста				
	доза ЖКУ	глубина заделки	всходы	бутонизация	цветение	полная спелость	
Сумико (Syngenta)	контроль		244,7	219,3	173,1	129,6	
		5 см	240,1	218,1	151,3	104,5	
		10 см	240,6	218,4	163,0	95,5	
	$N_{8}P_{26}$	15 см	240,7	218,3	160,6	106,2	
		5 см	240,6	216,8	160,0	78,5	
		10 см	240,2	215,6	152,7	72,6	
	$N_{16}P_{52}$	15 см	241,0	213,6	145,2	74,7	
		5 см	239,5	215,1	149,2	75,4	
		10 см	239,8	217,4	150,4	78,0	
	$N_{24}P_{78}$	15 см	240,3	211,5	142,9	81,5	
		контроль		244,5	217,9	182,4	152,8
		5 см	241,5	214,5	176,7	130,8	
П63ЛЕ10 (Pioneer)	$N_{8}P_{26}$	10 см	241,7	213,8	174,3	136,3	
		15 см	241,8	211,7	171,1	132,0	
		5 см	241,3	213,1	174,1	115,9	
	$N_{16}P_{52}$	10 см	241,9	212,1	172,2	123,4	
		15 см	242,3	209,5	169,5	132,6	
		5 см	241,7	211,4	172,9	117,2	
	$N_{24}P_{78}$	10 см	241,9	209,3	169,0	124,1	
		15 см	242,0	205,6	163,2	138,5	
		контроль		243,0	207,7	167,5	123,5
	Элион (Галактика)	$N_{8}P_{26}$	5 см	239,6	200,9	166,6	114,5
			10 см	239,7	199,6	164,9	116,9
			15 см	240,1	197,2	163,8	134,5
$N_{16}P_{52}$		5 см	239,6	199,9	163,6	108,0	
		10 см	239,9	195,8	161,0	111,1	
		15 см	240,5	195,2	161,2	125,9	
$N_{24}P_{78}$		5 см	239,3	197,1	159,3	87,0	
		10 см	239,6	193,7	156,9	100,9	
		15 см	240,1	188,6	153,3	129,0	
Среднее		контроль		244,1	215,0	174,2	131,9
			5 см	240,4	211,0	169,7	113,3
			10 см	240,7	210,6	167,4	113,2
	$N_{8}P_{26}$	15 см	240,9	209,1	165,1	122,3	
		5 см	240,5	210,0	166,1	98,2	
		10 см	240,7	207,8	161,9	100,7	
	$N_{16}P_{52}$	15 см	241,3	206,1	159,1	113,0	
		5 см	240,2	207,9	160,4	93,6	
		10 см	240,5	206,8	158,8	100,0	
	$N_{24}P_{78}$	15 см	240,8	201,8	153,1	113,7	



образования корзинки в черноземной зоне обычно происходит за май и июнь. Данные таблицы 1 свидетельствует о том, что в этот период практически во все годы выпало наибольшее количество осадков. Оптимальный температурный режим с превышающей норму величины осадков в 2021 и 2022 гг. обеспечивали на этом этапе вегетации подсолнечника слабозасушливые с достаточным увлажнением гидро-термические условия. В 2020 г. осадков за май и июнь выпало меньше, а температура воздуха в отдельные декады превышала многолетние значения, что в итоге создавало засушливые условия при ГТК 0,91. Общеизвестно, что с началом формирования корзинки водопотребление у подсолнечника возрастает, но количество осадков в июле-августе сокращается.

В наших условиях в период образования корзинки-цветения величина осадков колебалась от 42 до 101 мм, обеспечивая засушливые условия с ГТК 0,73-0,90. В период налива и созревания семян 2020 г. создавались сухие условия, так как осадков выпало только часть от месячной нормы при ГТК 0,69. Лучшие условия завершающего этапа роста подсолнечника складывались в 2021 г., когда выпало 89 мм осадков при ГТК 0,92.

В годы исследований за период вегетации выпадало осадков от 217 до 318 мм с колебаниями ГТК от 0,81 до 0,95. Анализируя средние значения осадков и условия вегетации подсолнечника, можно выделить период от всходов до образования корзинки, когда в среднем за 3 года выпало 141 мм осадков при ГТК 1,04, что оценивается обеспеченным увлажнением. Последующие фазы роста подсолнечника проходили в засушливых условиях с количеством осадков 74 мм в период образования корзинки-цветения и 54 мм в период цветения-созревания.

Это указывает на неравномерность и недостаточность поступающих осадков в период вегетации подсолнечника в условиях Курской области. Подсолнечник, как и прочие полевые культуры, вынужден использовать влагу корнеобитаемого слоя почвы. Нами установлены изменения количества запасов продуктивной влаги в черноземе типичном в ходе вегетации подсолнечника (табл. 2). Анализ запасов влаги показал, что изучаемые гибриды к периоду всходов не влияли на этот показатель и на контрольных вариантах в слое 0-1,5 м он был в пределах 243,0-244,7 мм.

Внесение разных доз ЖКУ на глубину 0,05, 0,10 и 0,15 м сказывалось на количестве влаги только посредством работы культиватора-растениепитателя, как дополнительной предпосевной операции. Снижение влажности верхнего слоя почвы отмечено на всех вариантах с ЖКУ независимо от дозы и глубины заделки. К фазе бутонизации изучаемые гибриды подсолнечника потребляли из почвы от 22,0 до 51,5 мм влаги. В этот период развития подсолнечника отчетливо проявляется действие дозы и глубины внесения ЖКУ. Так, у гибрида Сумико минимальная доза ЖКУ не сказалась на величине влаги в почве. На всех глубинах заделки значения влаги были близки к контрольным величинам. При увеличении дозы ЖКУ в 2 и 3 раз растения этого гибрида использовали больше влаги, а изменение глубины их внесения с 0,05 до 0,15 м сокращало количество влаги под посевами с 216,8 до 213,6 мм при дозе N₁₆P₅₂ и с 215,1 до 211,5 мм при дозе N₂₄P₇₈. У гибрида

ПБЗЛЕ10 даже минимальная доза ЖКУ (N₈P₂₆) способствовала росту водопотребления и снижению влагозапасов почвы, а глубина внесения жидких удобрений уже при дозе N₈P₂₆ сокращала запасы воды с 217,5 до 214,5 мм при минимальной, до 213,8 мм – при средней и до 211,7 мм — при максимальной глубине внесения. Под отечественным гибридом Элион также отмечено снижение величины влаги почвы, а действие ЖКУ имело аналогичный характер ее сокращения при увеличении их дозы и глубины их внесения. В период формирования вегетативной массы большой расход влаги отмечен как на контроле, так и в изучаемых вариантах гибрида Элион, а минимальный — у гибрида Сумико.

При одинаковом атмосферном увлажнении за период от всходов до бутонизации из почвы расходовалось гибридом Сумико от 25,4 до 28,8 мм, гибридом Элион — от 35,3 до 51,5 мм влаги. По нашим наблюдениям, расход влаги

подсолнечником от бутонизации до цветения был максимальным. Физиологическое потребление влаги растениями и малое количество осадков в 2020 г. приводило к снижению продуктивной влаги в изучаемом слое до 162,4 мм, а в 2021 г. — до 188,7 мм. Средние значения за 3 года показали, что при традиционной схеме внесения удобрений (контроль) больше теряется влаги из почвы к периоду цветения под гибридами Элион и Сумико. Потребление влаги за межфазный период бутонизация-цветение на контроле у гибридов достигало: Сумико — 46,2, ПБЗЛЕ10 — 38,7 и Элион — 40,2 мм. Жидкие удобрения в этот период роста увеличивали водопотребление из почвы. При максимальной дозе ЖКУ и глубине заделки на 0,15 м количество продуктивной влаги сокращалось к контролю у гибридов Сумико на 32,2 мм, ПБЗЛЕ10 — на 13,5 мм и у Элион — на 14,2 мм.

Установлено, что подсолнечник активно использует влагу до полной спелости. За период

Таблица 3. Структура суммарного водопотребления гибридами подсолнечника (2020-2022 гг.), мм
Table 3. Structure of total water consumption by sunflower hybrids (2020-2022), mm

гибрид	Варианты		Продуктивная влага		Использовано влаги почвы	Осадки в период вегетации	Суммарное водопотребление	
	доза ЖКУ	глубина заделки	перед посевом	перед уборкой				
Сумико (Syngenta)	контроль		244,7	129,6	115,1	270	385,1	
		5 см	244,7	104,5	140,2	270	410,2	
		10 см	244,7	95,5	149,2	270	419,2	
		15 см	244,7	106,2	138,5	270	408,5	
	N ₈ P ₂₆	5 см	244,7	78,5	166,2	270	436,2	
		10 см	244,7	72,7	172,0	270	442,0	
		15 см	244,7	74,7	170,0	270	440,0	
			5 см	244,7	75,4	169,3	270	439,3
	N ₁₆ P ₅₂	10 см	244,7	78,0	166,7	270	436,7	
		15 см	244,7	81,5	163,2	270	433,2	
		N ₂₄ P ₇₈	5 см	244,7	152,8	91,9	270	361,9
			10 см	244,7	130,8	113,9	270	383,9
15 см	244,7		132,0	112,7	270	382,7		
	5 см		244,7	115,9	128,8	270	398,8	
ПБЗЛЕ10 (Pioneer)	N ₈ P ₂₆	10 см	244,7	123,4	121,3	270	391,3	
		15 см	244,7	132,6	112,1	270	382,1	
			5 см	244,7	117,2	127,5	270	397,5
		10 см	244,7	124,1	120,6	270	390,6	
	N ₁₆ P ₅₂	15 см	244,7	138,5	106,2	270	376,2	
		N ₂₄ P ₇₈	5 см	244,7	123,5	121,2	270	391,2
			10 см	244,7	114,5	130,2	270	400,2
			15 см	244,7	116,9	127,8	270	397,8
	5 см		244,7	134,5	110,2	270	380,2	
Элион (Галактика)	N ₈ P ₂₆	10 см	244,7	108,0	136,7	270	406,7	
		15 см	244,7	111,1	133,6	270	403,6	
			5 см	244,7	125,9	118,8	270	388,8
		10 см	244,7	87,0	157,7	270	427,7	
	N ₁₆ P ₅₂	15 см	244,7	100,9	143,8	270	413,8	
			5 см	244,7	12,90	115,4	270	385,4
		N ₂₄ P ₇₈	5 см	244,7	131,9	112,8	270	382,8
			10 см	244,7	113,3	131,4	270	401,4
15 см	244,7		113,2	131,5	270	401,5		
	5 см		244,7	122,3	122,4	270	392,4	
Среднее	N ₈ P ₂₆	10 см	244,7	98,2	146,5	270	416,5	
		15 см	244,7	113,0	131,7	270	401,7	
			5 см	244,7	93,6	151,1	270	421,1
		10 см	244,7	100,0	144,7	270	414,7	
	N ₁₆ P ₅₂	15 см	244,7	113,7	131,0	270	401,0	
		N ₂₄ P ₇₈	5 см	244,7	113,7	131,0	270	401,0
			10 см	244,7	113,7	131,0	270	401,0
			15 см	244,7	113,7	131,0	270	401,0
			5 см	244,7	113,7	131,0	270	401,0





от цветения до технической спелости растениями из почвы используется на контроле от 29,6 до 44,0 мм, а в вариантах с ЖКУ — от 24,3 до 44,0 мм продуктивной влаги. В отдельные годы (2020 г.) запасы продуктивной влаги в изучаемом слое опускались до 35,3 мм. В среднем за 3 года наблюдений минимальные запасы влаги в слое 0-1,5 м были под гибридом Сумико при внесении ЖКУ в дозах $N_{16}P_{52}$ и $N_{24}P_{78}$. Больше сохранялась почвенной влаги под гибридом П63ЛЕ10.

Общее (суммарное) водопотребление традиционно включает влагу атмосферных осадков и почвы. Средние данные за 3 года свидетельствуют о лидирующей роли атмосферных осадков в ростовых процессах подсолнечника (табл. 3). Это доступная форма несвязанной влаги, поступающей в верхние слои почвы, величина которой является недостаточной для изучаемых гибридов в условиях интенсификации производства.

При равной величине атмосферных осадков за период вегетации количество используемой влаги из почвы изменялось по вариантам. С внесением ЖКУ гибриды компании Syngenta и Pioneer увеличивают суммарное водопотребление и происходит это за счет почвенной влаги. При минимальной дозе ЖКУ суммарное водопотребление гибридом Сумико возрастает с 385,1 до 408,5-410,2 мм или на 6,1-6,5%, а увеличение дозы ЖКУ в 2 и 3 раза — на 8,9-14,8 мм и 6,1-14,3% соответственно. У гибрида П63ЛЕ10 в вариантах с ЖКУ водопотребление возрастает с 361,9 до 376,2-397,5 мм или на 4,0-9,8%. У гибрида Элион суммарное водопотребление возрастает при всех дозах ЖКУ с заделкой в почву на глубину 0,05 и 0,10 м. Внесение ЖКУ на глубину 0,15 м снижает суммарное водопотребление на 2,4-11,0 мм или на 0,7-2,2% [16, 17].

Рассматривая структуру водопотребления, следует отметить, что в зависимости от гено-

типа подсолнечника доля почвенной влаги в общих расходах колеблется у гибрида Сумико от 29,9 до 38,9%, у гибрида Элион она снижается до 28,9-36,9%, а у гибрида П63ЛЕ10 она минимальна среди изучаемых гибридов и составляет 25,4-32,3%.

При традиционной технологии (контроль) максимальное количество влаги почвы расходует отечественный гибрид Элион (121,2 мм), а минимальный расход влаги за вегетацию у гибрида П63ЛЕ10 (91,9 мм).

Для удобства оценки водопотребления изучаемыми гибридами подсолнечника за период вегетации был рассчитан коэффициент водопотребления на единицу основной продукции с учетом побочной. На рисунке видим, что гибриды, в силу индивидуального характера роста и развития, использовали разное количество влаги на формирование 1 т семян. Минимальные значения коэффициента водопотребления как на контроле, так и в вариантах с ЖКУ были у гибрида Сумико, а максимальные — у отечественного гибрида Элион. Разница между контрольными вариантами у гибридов достигала 21 мм или 17,5%. ЖКУ, как альтернатива гранулированным (сухим) удобрениям, изменяли коэффициент водопотребления в зависимости от дозы и глубины их внесения. При заделке ЖКУ на минимальную глубину (0,05 м) коэффициент водопотребления был выше контрольных значений и возрастал с каждым шагом дозы удобрений. При глубине внесения до 0,10 м коэффициент водопотребления снижался и у некоторых гибридов был на уровне контрольных значений. Увеличение дозы ЖКУ при такой глубине заделки способствовало росту урожайности гибрида Сумико при равном коэффициенте водопотребления с контролем. У гибрида П63ЛЕ10, наряду с ростом урожайности, имело место снижение коэффициента водопотребления. У гибрида Элион увеличение дозы

удобрений не отразилось на величине урожайности при тенденции роста водопотребления.

Максимальная глубина внесения ЖКУ (0,15 м) снижала коэффициент водопотребления при росте урожайности изучаемых гибридов. В вариантах с минимальной дозой удобрений коэффициент водопотребления либо равен контрольным значениям (П63ЛЕ10), либо на 4-12 мм ниже их. С увеличением дозы ЖКУ при максимальной глубине их заделки коэффициент водопотребления у изучаемых гибридов снижался на 2,0-15,0 мм или на 1,7-14,2%.

Выводы.

1. В условиях чернозема лесостепи России вегетация подсолнечника проходила в засушливых условиях со средним за 3 года ГТК 0,89, величина которого за вегетацию изменилась, динамично убывая с 1,04 в фазе всходов до 0,80 в период созревания.

2. Расход продуктивной влаги почвы менялся в ходе вегетации у изучаемых гибридов. Максимальное водопотребление в период всходов-бутонизации было у гибрида Элион, а минимальное — у гибрида Сумико. Основное потребление влаги почвы происходит в период цветения-полной спелости и составляет от общей величины водопотребления у гибридов Сумико 11,3-19,7%, П63ЛЕ10 — 6,614,6%, Элион — 6,3-13,7%.

3. Суммарное водопотребление гибридами контрольных вариантов было в пределах 361,9-391,2 мм. Применение ЖКУ повышало величину водопотребления у гибрида Элион и П63ЛЕ10 на 36,9-56,9 мм. У гибрида Элион водопотребление за период вегетации повышалось при внесении ЖКУ на глубину 0,05-0,10 м с 391,2 до 427,7 мм и снижалось при заделке ЖКУ на глубину 0,15 м до 380,2 мм.

4. Структура суммарного водопотребления указывает на ведущую роль осадков периода вегетации, величина которых в опыте составляла 270 мм. Почвенная влага на контроле изучаемых гибридов не превышала 29,9-31,0% от суммарного водопотребления и возрастала при внесении ЖКУ на 8,2-33,1% у гибрида Сумико и на 13,5-28,6% у гибрида П63ЛЕ10.

5. Расход воды гибридами на единицу урожая колебался на контроле от 99 до 120 мм и возрастал у гибрида Сумико при внесении ЖКУ на глубину 0,05 и 0,10 м на 14-16 мм. У гибридов П63ЛЕ10 и Элион коэффициенты водопотребления возрастали при мелкой заделке ЖКУ на глубину 0,05 м. При внесении ЖКУ на глубину 0,15 м сокращается расход воды на единицу продукции и составлял у гибридов Сумико 95-100 мм/т, П63ЛЕ10 — 99-106 мм/т и Элион — 105-108 мм/т.

Список источников

- Бочковой А.Д., Хатнянский В.И., Камардина В.А. Типы гибридов подсолнечника и особенности их использования в условиях Российской Федерации (обзор) // Масличные культуры. 2019. № 1 (177). С. 110-123.
- Шитиков Н.В., Зайцева Н.В., Петрова С.Н., Долгополова Н.В., Трутаева Н.Н., Зюкин Д.А. Экономическая эффективность возделывания подсолнечника в условиях локального применения удобрений // Экономические науки. 2021. № 12 (205). С. 203-207. doi: 10.14451/1.205.203
- Котлярова Е.Г., Титовская А.И., Титовская Л.С., Гончарова Н.М., Лицуков С.Д. Интегрированный показатель совокупной агроэкономической эффективности на примере исследований подсолнечника // Международный сельскохозяйственный журнал. 2019. № 6 (372). С. 13-16.

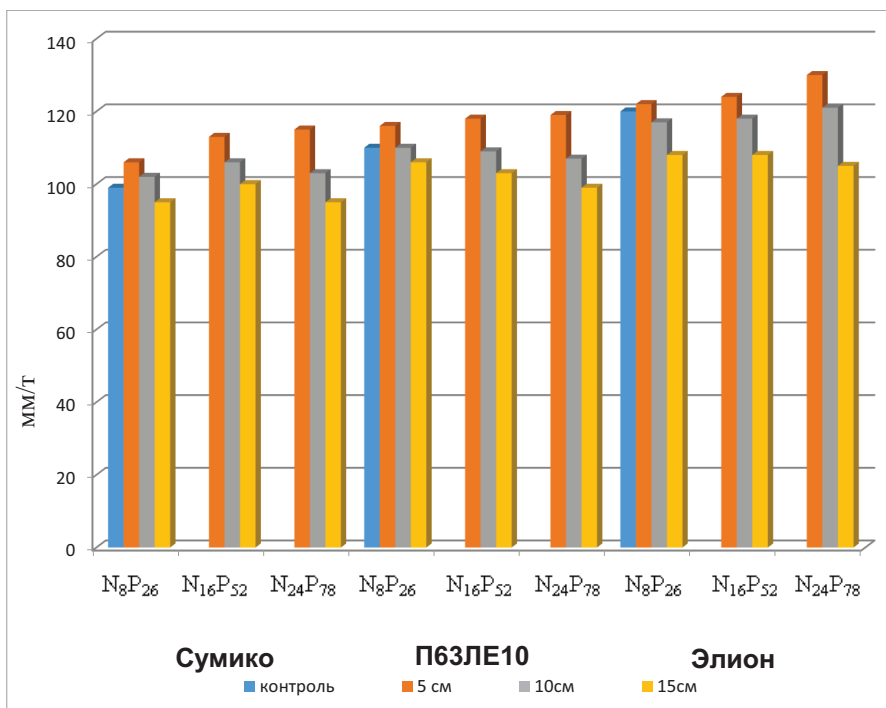


Рисунок. Коэффициент водопотребления гибридами подсолнечника при разных дозах и способах локального внесения ЖКУ (2020-2022 гг.)
Figure. Coefficient of water consumption by sunflower hybrids at different doses and methods of local application of housing and communal services (2020-2022)



4. Кураш О.В. Зависимость урожайности подсолнечника от влажности почвы и предшественников // *Зерново хозяйство*. 2002. № 1. С. 25-26.

5. 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 (38.1). С. 101-111.

6. Чурзин В.Н., Дубовченко А.О. Урожайность гибридов подсолнечника в зависимости от влагообеспеченности посевов на черноземах Волгоградской области // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование*. 2020. № 1 (57). С. 158-167.

7. Шитиков Н.В., Пигорев И.Я. Снегозадержание и формирование водного режима сельскохозяйственных земель Центрального Черноземья России // *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2022. № 3. С. 39-47.

8. Ильинская И.Н., Тарадин С.А. Водопотребление подсолнечника при различных способах обработки почвы на склонах // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2014. № 4 (48). С. 57-61.

9. Gusev, Y.M., Dzhogan, L.Y. (2019). Soil mulching as an important element in the strategy of using natural water resources in agroecosystems of the Steppe Crimea. *Eurasian Soil Science*, vol. 52, no. 3, pp. 313-318.

10. Khan, I., Ahmad Anjum, S., Khan Qardri, R., Ali, M., Umer Chattha, M., Asif, M. (2015). Boosting Achene Yield and Yield Related Traits of Sunflower Hybrids through Boron Application Strategies. *American journal of plant sciences*, no. 6, pp. 1752-1759. doi: 10.4236/ajps.2015.611175

11. Большисов Е.А., Бушнев А.С. Продуктивность гибридов подсолнечника в Курской области и Краснодарском крае в зависимости от норм высевки семян и применения минеральных удобрений // *Масличные культуры*. 2017. № 1 (169). С. 58-63.

12. Тишков Н.М., Еремин Г.И. Эффективность применения жидких комплексных удобрений под подсолнечник на черноземах Краснодарского края // *Масличные культуры*. 2020. № 2 (182). С. 51-61. doi: 10.25230/2412-608X-2020-2-182-51-61

13. Носов В.В. Эффективность использования жидких комплексных удобрений, содержащих полифосфаты аммония // *Питание растений*. 2016. № 1. С. 11-16.

14. Назаренко О.Г., Субботина И.В., Продан В.И., Кайдалова Н.В. Рекомендации по применению жидких комплексных удобрений (ЖКУ). п. Рассвет, 2017. 14 с.

15. Лукомец В.М. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами. Краснодар: ВНИИМК, 2007. С. 48-64.

16. Kotlyarova, E.G., Gritsina, V.G., Titovskaya, A.I., Litsukov, S.D. (2017). Formation of the Symbiotic Apparatus and Yield of Soy Varieties Depending on the Level of Fertilization. *International journal of advanced biotechnology and research*, vol. 8, issue 4, pp. 1156-1164.

17. 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. С. 45-51.

References

1. Bochkovoi, A.D., Khatnyanskii, V.I., Kamardina, V.A. (2019). Tipy gibridov podsolnechnika i osobennosti ikh ispol'zovaniya v usloviyakh Rossiiskoi Federatsii (obzor) [Types of sunflower hybrids and features of their use in the conditions of the Russian Federation (review)]. *Maslichnye kul'tury* [Oil crops], no. 1 (177), pp. 110-123.

2. Shitikov, N.V., Zaitseva, N.V., Petrova, S.N., Dolgoplova, N.V., Trutaeva, N.N., Zyukin, D.A. (2021). Ekonomicheskaya ehffektivnost' vozdelvaniya podsolnechnika v usloviyakh lokal'nogo primeneniya udobrenii [Economic efficiency of sunflower cultivation under conditions of local application of fertilizers]. *Ehkonomicheskie nauki* [Economic sciences], no. 12 (205), pp. 203-207. doi: 10.14451/1.205.203

3. Kotlyarova, E.G., Titovskaya, A.I., Titovskaya, L.S., Goncharova, N.M., Litsukov, S.D. (2019). Integrirovannyi pokazatel' sovokupnoi agroehkonomicheskoi ehffektivnosti na primere issledovaniya podsolnechnika [Integrated indicator of aggregate agro-economic efficiency on the example of sunflower research]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 6 (372), pp. 13-16.

4. Kurash, O.V. (2002). Zavisimost' urozhainosti podsolnechnika ot vlazhnosti pochvy i predshestvennikov [Dependence of sunflower yield on soil moisture and precursors]. *Zernovoe khozyaistvo* [Grain economy], no. 1, pp. 25-26.

5. Zelenskii, N.A., Zelenskaya, G.M., Shurkin, A.Yu. (2020). Vliyeniye razlichnykh tekhnologiy vozdelvaniya podsolnechnika na vodnyi rezhim pochvy i ego produktivnost' [The influence of various sunflower cultivation technologies on the water regime of the soil and its productivity]. *Vestnik Donskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Don State Agrarian University], no. 4 (38.1), pp. 101-111.

6. Churzin, V.N., Dubovchenko, A.O. (2020). Urozhainost' gibridov podsolnechnika v zavisimosti ot vlagoobespechennosti posevov na chernozemakh Volgogradskoi oblasti [The yield of sunflower hybrids depending on the moisture availability of crops in the chernozems of the Volgograd region]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Proceedings of Nizhnevolzhskii agrouniversity complex: science and higher vocational education], no. 1 (57), pp. 158-167.

7. Shitikov, N.V., Pigorev, I.Ya. (2022). Snegozaderzhanie i formirovaniye vodnogo rezhima sel'skokhozyaistvennykh zemel' Tsentral'nogo Chernozem'ya Rossii [Snow retention and formation of the water regime of agricultural lands of the Central Chernozem region of Russia]. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Vestnik of Kursk State Agricultural Academy], no. 3, pp. 39-47.

8. Il'inskaya, I.N., Taradin, S.A. (2014). Vodopotrebleniye podsolnechnika pri razlichnykh sposobakh obrabotki pochvy na sklonakh [Sunflower water consumption in various methods of tillage on slopes]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Izvestiya Orenburg State Agrarian University], no. 4 (48), pp. 57-61.

9. Gusev, Y.M., Dzhogan, L.Y. (2019). Soil mulching as an important element in the strategy of using natural water resources in agroecosystems of the Steppe Crimea. *Eurasian Soil Science*, vol. 52, no. 3, pp. 313-318.

10. Khan, I., Ahmad Anjum, S., Khan Qardri, R., Ali, M., Umer Chattha, M., Asif, M. (2015). Boosting Achene Yield and Yield Related Traits of Sunflower Hybrids through Boron Application Strategies. *American journal of plant sciences*, no. 6, pp. 1752-1759. doi: 10.4236/ajps.2015.611175

11. Bol'disov, E.A., Bushnev, A.S. (2017). Produktivnost' gibridov podsolnechnika v Kurskoi oblasti i Krasnodarskom krae v zavisimosti ot norm vyseva semyan i primeneniya mineral'nykh udobrenii [The productivity of sunflower hybrids in the Kursk region and Krasnodar Krai, depending on the seeding rates and the use of mineral fertilizers]. *Maslichnye kul'tury* [Oil crops], no. 1 (169), pp. 58-63.

12. Tishkov, N.M., Eremin, G.I. (2020). Ehffektivnost' primeneniya zhidkikh kompleksnykh udobrenii pod podsolnechnik na chernozemakh Krasnodarskogo kraia [The effectiveness of the use of liquid complex fertilizers for sunflower in the chernozems of the Krasnodar territory]. *Maslichnye kul'tury* [Oil crops], no. 2 (182), pp. 51-61. doi: 10.25230/2412-608X-2020-2-182-51-61

13. Nosov, V.V. (2016). Ehffektivnost' ispol'zovaniya zhidkikh kompleksnykh udobrenii, soderzhaschikh polifosfaty ammoniya [Efficiency of using liquid complex fertilizers containing ammonium polyphosphates]. *Pitanie rastenii*, no. 1, pp. 11-16.

14. Nazarenko, O.G., Subbotina, I.V., Prodan, V.I., Kaidalova, N.V. (2017). Rekomendatsii po primeneniyu zhidkikh kompleksnykh udobrenii (ZHKU) [Recommendations for the use of liquid complex fertilizers]. p. Rassvet, 14 p.

15. Lukometz, V.M. (2007). Metodika provedeniya polevykh agrotekhnicheskikh opytov s maslichnymi kul'turami [Methods of conducting field agrotechnical experiments with oilseeds]. Krasnodar, VNIIMK, pp. 48-64.

16. Kotlyarova, E.G., Gritsina, V.G., Titovskaya, A.I., Litsukov, S.D. (2017). Formation of the Symbiotic Apparatus and Yield of Soy Varieties Depending on the Level of Fertilization. *International journal of advanced biotechnology and research*, vol. 8, issue 4, pp. 1156-1164.

17. Pigorev, I.Ya., Petrova, S.N., Trutaeva, N.N., Shitikov, N.V. (2021). Ehffektivnost' lokal'nogo primeneniya zhidkikh kompleksnykh udobrenii v agrosenozakh podsolnechnika [The effectiveness of local application of liquid complex fertilizers in sunflower agroecosystems]. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Vestnik of Kursk State Agricultural Academy], no. 9, pp. 45-51.

Информация об авторах:

Пигорев Игорь Яковлевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры растениеводства, селекции и семеноводства, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8863-8102>, igoigo4@mail.ru

Никитина Оксана Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры экологии, садоводства и ландшафтного проектирования, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2719-0049>, nikioxana2009@yandex.ru

Шитиков Никита Валерьевич, аспирант, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4600-968X>, nikita_shitikov@inbox.ru

Information about the authors:

Igor Ya. Pigorev, doctor of agricultural sciences, professor, professor of the department of plant production, seed breeding, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8863-8102>, igoigo4@mail.ru

Oksana V. Nikitina, candidate of agricultural sciences, associate professor, associate professor of the department of ecology, horticulture and landscape design, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2719-0049>, nikioxana2009@yandex.ru

Nikita V. Shitikov, postgraduate student, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4600-968X>, nikita_shitikov@inbox.ru

