


УДК 633.854.78:631.543/.675(477.6)

Научная статья

 <https://doi.org/10.35330/1991-6639-2026-28-2-51-65>

 EJVB

Влияние сроков сева на уровень водопотребления и урожайность подсолнечника в условиях Донбасса

Н. Н. Тимошин, Н. В. Решетняк, А. В. Барановский[✉],
Н. А. Мельник, О. В. Мазалов, И. В. Сигидиненко

ФГБОУ ВО «Луганский государственный аграрный университет имени К. Е. Ворошилова»
291008, Россия, г. Луганск, г.о. Луганский, р-н Артемовский, тер. ЛНАУ, 1

Аннотация. Главным условием формирования высокопродуктивных агроценозов подсолнечника – основной масличной культуры, выращиваемой в Луганской Народной Республике на площади 300–310 тыс. га, – является оптимальная влагообеспеченность посевов. Ускорение темпов глобального потепления климата, усиление засушливости коснулись и территории ЛНР, где за последние 30 лет среднегодовая температура воздуха возросла на 1,8 °С и достигла 9,8 °С, а за лето – на 1,4 °С и составила 22,3 °С. Успешная адаптация технологий выращивания подсолнечника к условиям аридизации климата требует пересмотра основных элементов агротехники, в том числе сроков сева.

Цель исследований – анализ влияния гидротермических условий вегетационного периода на водопотребление и урожайность подсолнечника гибрида Командор при различных сроках сева.

Материалы и методы исследования. Полевые опыты проводили на черноземе обыкновенном в полевом севообороте кафедры земледелия и растениеводства ФГБОУ ВО Луганский ГАУ в 2016–2025 гг. Изучали сроки сева: ранний (I декада апреля), средний (I декада мая) и поздний (I декада июня). Минеральные удобрения (фон – $N_{40}P_{60}K_{30}$) вносили осенью под вспашку. Урожайность подсолнечника по всем срокам сева имела наиболее значимую корреляционную связь с запасами продуктивной влаги при посеве ($r = 0,604-0,845$) и в период цветения ($r = 0,799-0,893$), с суммой осадков за вегетацию ($r = 0,792-0,854$), в период цветения ($r = 0,730-0,863$), среднюю и сильную обратную корреляцию ($r = -0,495...-0,880$) со средней температурой воздуха за период вегетации и с числом жарких дней при температуре воздуха ≥ 30 °С ($r = -0,579...-0,829$).

Результаты. Выявлено преимущество раннего срока сева по формированию несколько большей средней урожайности (1,97 т/га), больших запасов продуктивной влаги при посеве (149,5 мм) и цветении (66,9 мм), большей на 50 мм (28,4 %) суммы осадков за вегетацию, большего на 477 м³/га (15,5 %) суммарного водопотребления, меньшей на 1,9 °С (9,1 %) средней температуры воздуха за вегетацию, чем при среднем (I декада мая) сроке сева. Наименьшую влагообеспеченность и урожайность имели посевы позднего (I декада июня) срока сева.

Выводы. Таким образом, урожайность подсолнечника гибрида Командор зависит не только от запасов продуктивной влаги перед севом ($r = 0,604-0,845$) и суммы осадков за весь период вегетации ($r = 0,792-0,854$), осадков, выпавших в критический период (в фазу цветения) ($r = 0,730-0,863$), но и от сроков сева. Наиболее благоприятные условия для посева складываются в период I декады апреля.

Ключевые слова: подсолнечник, потепление климата, осадки, температура, влагообеспеченность, водопотребление, урожайность, корреляция

Поступила 29.12.2025, одобрена после рецензирования 25.02.2026, принята к публикации 25.03.2026

Для цитирования. Тимошин Н. Н., Решетняк Н. В., Барановский А. В., Мельник Н. А., Мазалов О. В., Сигидиненко И. В. Влияние сроков сева на уровень водопотребления и урожайность подсолнечника в условиях Донбасса // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2026. Т. 28. № 2. С. 51–65. DOI: 10.35330/1991-6639-2026-28-2-51-65

© Тимошин Н. Н., Решетняк Н. В., Барановский А. В., Мельник Н. А., Мазалов О. В., Сигидиненко И. В., 2026



Контент доступен под лицензией [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Effect of sowing time on water consumption and sunflower yield in Donbass region

N.N. Timoshin, N.V. Reshetnyak, A.V. Baranovsky✉,
N.A. Melnik, O.V. Mazalov, I.V. Sigidinenko

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
“Lugansk State Agrarian University named after K.E. Voroshilov”
1, LNAU territory, Artemovsky district, Lugansk urban district, Lugansk, 291008, Russia

Abstract. The key to developing highly productive agrocenoses for sunflower, the main oilseed crop grown in the Lugansk People's Republic on an area of 300,000–310,000 hectares, is optimal moisture supply. Accelerating global warming and increased aridity have also impacted the region, where the average annual air temperature has risen by 1.8 degrees Celsius over the past 30 years, reaching 9.8 degrees, and by 1.4 degrees during the summer, reaching 22,3 degrees. Successfully adapting sunflower cultivation techniques to arid climates requires a review of key agricultural practices, including sowing timing.

Aim. The aim of the study is to investigate the impact of hydrothermal conditions on the water consumption and productivity of the sunflower hybrid "Komandor" throughout the growing season, at different times of sowing.

Materials and methods of research. Field experiments were conducted on ordinary chernozem soil in a field crop rotation system at the Department of Agriculture and Plant Growing at the Lugansk State Agrarian University from 2016 to 2025. The following sowing dates were studied: early (first ten days of April), mid-season (first ten days of May), and late (first ten days of June). Mineral fertilizers (background – N40P60K30) were applied in the fall before plowing. Sunflower yield at all sowing dates had the most significant correlation with productive moisture reserves at sowing ($r = 0.604-0.845$) and during flowering ($r = 0.799-0.893$), with the amount of precipitation during the growing season ($r = 0.792-0.854$), during flowering ($r = 0.730-0.863$), medium and strong inverse correlation ($r = -0.495...-0.880$) with the average air temperature during the growing season and with the number of hot days at air temperature ≥ 30 °C ($r = -0.579...-0.829$).

Results. The advantage of early sowing is evident in terms of a slightly higher average yield (1.97 t/ha), increased reserves of productive moisture at planting (149.5 mm) and flowering (66.9 mm), 50 mm (28.4 %) more precipitation during the growing season, 477 m³/ha (15.5 %) more total water consumption, and a 1.9 °C (9.1 %) lower average air temperature during the growing season compared to the average sowing time (the first ten days of May). Crops sown in the first ten days of June had the lowest moisture supply and yield.

Conclusions. Thus, the yield of the Komandor hybrid sunflower is influenced not only by the available moisture reserves prior to sowing ($r = 0.604-0.845$), the total precipitation throughout the growing season ($r = 0.792-0.854$) and precipitation during the critical flowering period ($r = 0.730-0.863$), but also by the timing of sowing. The most favorable sowing conditions occur during the first ten days of April.

Keywords: sunflower, climate warming, precipitation, temperature, moisture availability, water consumption, yield, correlation

Submitted 29.12.2025,

approved after reviewing 25.02.2026,

accepted for publication 25.03.2026

For citation. Timoshin N.N., Reshetnyak N.V., Baranovsky A.V., Melnik N.A., Mazalov O.V., Sigidinenko I.V. Effect of sowing time on water consumption and sunflower yield in Donbass region. *News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS*. 2026. Vol. 28. No. 2. Pp. 51–65. DOI: 10.35330/1991-6639-2026-28-2-51-65



Content is available under license [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

ВВЕДЕНИЕ

Согласно характеристике почвенно-климатических ресурсов страны по природным зонам, территория Донбасса относится к Донецко-Донскому региону степной зоны с умеренно теплым полусухим климатом, с вероятностью полусухих и засушливых лет 50–80 % [1]. Характерной особенностью резко континентального климата Донбасса являются сильные и постоянные юго-восточные ветры, засушливо-суховейные явления, неравномерное распределение осадков в течение года и большое колебание по годам [2]. Согласно данным наблюдений метеорологической станции г. Луганска среднегодовая многолетняя температура воздуха за 1838–1995 гг. (158 лет) составила 8,00 °С, а за период 1996–2025 гг. возросла до 9,83 °С.

Именно в последние 30 лет (1996–2025 гг.) отмечается наиболее заметное ускорение темпов глобального потепления климата в границах региона, а скорость увеличения среднегодовой температуры воздуха достигла 0,61 °С/10 лет при среднероссийском показателе роста температуры над сушей в среднем за 1976–2020 гг. – 0,51 °С/10 лет [3]. За последние 30 лет среднегодовая сумма осадков составила 496 мм. За вегетационный период (апрель–сентябрь) средняя сумма осадков – 269 мм, при средних значениях за период 1838–1995 гг. – 253 мм, т.е. мало изменилась. Тогда как средняя температура вегетационного периода возросла на 1,3 °С и достигла 18,4 °С. При этом в более ответственный летний период вегетации температура воздуха повысилась на 1,2 °С – в июне, на 1,5 °С – в июле, на 1,5 °С – в августе, а сумма осадков за лето снизилась со 148 мм до 142 мм.

Таким образом, в последние 30 лет климат в Донбассе стал более теплым и засушливым (ГТК за май–сентябрь составил 0,77 – т.е. засушливая зона увлажнения, соответствующая природной зоне «Типичная степь», при многолетней норме – 1,00) [4]. В этой зоне вероятность сухих и засушливых лет составляет 70 %, слабо засушливых – 20 %, благоприятных по увлажнению – 10 %. Именно в степных регионах страны засуха является основным и наиболее опасным климатическим стресс-фактором, значительно снижающим урожайность сельскохозяйственных культур [5].

Подсолнечник – ведущая масличная культура России и занимает лидирующую позицию по производству растительного масла. Эта культура является влаголюбивым растением, транспирационный коэффициент которого составляет 450–570, и благодаря развитой корневой системы, проникающей в почву на глубину до 3 метров и более, может переносить засушливую погоду, но для получения высоких урожаев необходимо глубокое промачивание почвы в осенне-зимний период [6].

В Луганской Народной Республике площади выращивания подсолнечника ежегодно составляют не менее 300–310 тыс. га, что требует выработки и совершенствования адаптированных приемов выращивания культуры в современных условиях усиления аридизации климата в регионе.

Согласно данным агрометеорологической станции г. Луганска (ЛНР) в среднем за 1996–2025 годы сумма активных температур за вегетационный период (апрель–сентябрь) составила 3367,4 °С, что превысило многолетнюю норму на 219 °С. Общая потребность подсолнечника в тепле в зависимости от продолжительности вегетации сорта или гибрида неодинакова. Для скороспелых сортов и гибридов сумма активных температур составляет 1850 °С, раннеспелых – 2000, среднеспелых – 2150, позднеспелых – 2300 °С [7]. Из этого количества тепла примерно 2/3 приходится на период от всходов до цветения и 1/3 – от цветения до созревания [8]. Аналогичные данные по потребности подсолнечника в тепловых ресурсах получены в исследованиях, проведенных в Донбассе [9]: раннеспелые сорта требуют от посева до созревания 1850 °С суммы активных температур, среднеспелые – 2100 °С; среднепоздние – 2300 °С, позднеспелые – 2450 °С.

Благодаря достаточной обеспеченности тепловыми ресурсами при выращивании подсолнечника в Донбассе главным условием формирования высоких и устойчивых урожаев является создание оптимальных условий влагообеспеченности посевов в течение всего вегетационного периода [9].

В опытах на черноземах Приазовской зоны Ростовской области связь урожайности подсолнечника с суммой осадков ($r = 0,40 \dots 0,16$) выявлена незначительная и более сильная обратная корреляция ($r = -0,69 \dots -0,74$) со средней температурой воздуха. Оптимальными значениями для получения высоких урожаев (2,5 т/га и выше) на среднем фоне удобрений ($N_{40}P_{20}K_{20}$) являются среднесуточная температура воздуха в пределах 21,0–22,0 °С и сумма осадков более 300 мм за вегетационный период (май-август) [10].

По данным З. Б. Борисоника [11], между уровнем урожайности семян и весенними запасами продуктивной влаги в сочетании с осадками за первую половину вегетации (до цветения) существует тесная корреляция ($r = 0,729$). Выявлена значительная корреляционная связь урожая с массой 1000 семян ($r = 0,691$). Крупность же семян во многом зависит от благоприятных условий увлажнения в период от цветения до пожелтения тыльной стороны корзинок.

В современных условиях потепления климата для полной реализации потенциала новых сортов и гибридов подсолнечника необходима адаптация основных элементов технологии возделывания, важнейшим из которых является выбор оптимальных сроков сева и норм высева семян. Срок сева существенно влияет на рост, развитие и продуктивность растений, позволяет учесть влагообеспеченность и температурный режим почвы, инфекционную нагрузку, устойчивость к неблагоприятным факторам среды, главным образом, к недостатку влаги в период вегетации. На черноземе выщелоченном Западного Предкавказья (Краснодарский край) при проведении сева в третьей декаде апреля и во второй декаде мая складывались наиболее благоприятные условия для роста, развития и формирования высокой продуктивности культуры: урожайность составила 3,28 и 3,40 т/га, сбор масла – 1,40 и 1,44 т/га соответственно [12].

Значительные отличия в урожайности подсолнечника при различных сроках сева в большинстве случаев связаны с изменением агрометеорологических условий в период вегетации культуры [13, 14, 15].

Цель исследований – провести анализ влияния гидротермических условий на уровень водопотребления и урожайность подсолнечника в Донбассе за 2016–2025 годы, выявить общие закономерности и предложить наиболее эффективные сроки сева в технологии выращивания новых гибридов в современных погодных-климатических условиях региона.

Задачи исследований – по результатам многолетнего полевого эксперимента установить уровни урожайности подсолнечника в зависимости от сроков сева и выявить ее наиболее значимые корреляционные связи с основными гидротермическими факторами погодных условий в период вегетации и показателями водопотребления культуры.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Полевые исследования по изучению различных сроков сева в технологии возделывания подсолнечника проводились в течение 2016–2025 гг. на опытном поле ФГБОУ ВО Луганский ГАУ. Все наблюдения, учеты и анализы проводили согласно общепризнанным методикам [16, 17].

Почва опытного поля представлена черноземом обыкновенным на лессовидном суглинке средней степени смытости. Мощность гумусового горизонта – 35–50 см. Содержит

жание гумуса в пахотном слое составляло 3,4 %, азота – 0,23 %, фосфора – 0,27 %, легкогидролизуемого азота – 11,7 мг/100 г почвы, подвижного фосфора – 9,3 мг и обменного калия – 17,6 мг/100 г. Реакция почвенного раствора – 7,7, а на глубине 40–50 см – 8,0, что не препятствовало выращиванию подсолнечника. Динамику урожайности культуры изучали в 5-польном зернопаропропашном севообороте с чередованием культур: чистый пар – озимая пшеница – кукуруза на зерно $\frac{1}{2}$ + подсолнечник $\frac{1}{2}$ – яровой ячмень – зерновое сорго с учетом смены мест посева подсолнечника в сборном поле с кукурузой после каждой ротации.

Агротехника выращивания подсолнечника в опыте была общепринятая для Донбасса [9]. Предшественник – озимая пшеница. Повторность в опыте – четырехкратная. Площадь учетной делянки – 50 м². Минеральные удобрения в виде фона – N₄₀P₆₀K₃₀, вносились осенью под вспашку. В качестве основной обработки почвы применялась глубокая отвальная вспашка (на 25–27 см). Высевался рекомендованный для выращивания в Центрально-Черноземном и Северо-Кавказском регионах высокопластичный среднеранний гибрид подсолнечника интенсивного типа Командор (селекции ФГБНУ «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В. С. Пустовойта» (г. Краснодар), внесенный в Госреестр РФ с 2017 года и в рекомендательный список сортов и гибридов по ЛНР. Данный гибрид избран для исследований в связи с широкой востребованностью в агроформированиях ЛНР за счет высоких показателей потенциальной урожайности (4,8–5,4 т/га), массы 1000 семян (55,6–57,3 г), масличности семян (50 %), устойчивости к заразице (А-Е расы) и высокой устойчивости к вертициллезу, альтернариозу, ржавчине. Норма высева – 70 тыс./га всхожих семян. Изучалось влияние трех сроков сева: ранний срок (I декада апреля при температуре почвы на глубине 10 см 6–8 °С), средний срок (I декада мая – при прогревании почвы до 12–14 °С), поздний срок (I декада июня – при прогреве почвы до 20 °С и более) на длительность периода вегетации, водопотребление и урожайность подсолнечника, а также на корреляционные связи урожайности с основными гидротермическими факторами погодных условий периода вегетации. Уборку урожая подсолнечника проводили по мере наступления технической спелости во второй половине сентября селекционным комбайном «Сампо-500». Период вегетации культуры в зависимости от сроков сева и складывающихся погодных условий конкретного года варьировал в пределах 115–120 дней.

Влажность почвы и запасы продуктивной влаги определяли согласно ГОСТу 28268-89 по срокам сева при посеве, в фазе цветения и при уборке.

Статистическую обработку опытных данных проводили методами дисперсионного и корреляционного анализов [16] с помощью пакетов компьютерных программ Microsoft Excel и Statistica 6.

Согласно данным ЦГМ г. Луганска гидротермические показатели погодных условий вегетационного периода в годы опыта были контрастными и значительно отличались от многолетних значений (табл. 1).

Наиболее засушливыми были 2017, 2018, 2020, 2024, 2025 годы, за вегетационный период (апрель-сентябрь) которых выпало значительно меньшее нормы (310 мм) количество осадков при повышенной относительно нормы (17,3 °С) температуре воздуха и значительно большем количестве дней засухи (при снижении относительной влажности воздуха в течение суток до 30 % и менее) в сравнении с нормой (45 дней). В эти годы ГТК Селянинова за апрель-сентябрь соответствовал сухим и очень сухим природным зонам увлажнения (ГТК = 0,2-0,4 и менее) – полупустыни и пустыни в 2020, 2024 и 2025 гг., а в 2017 и 2018 гг. – очень засушливой зоне степи (ГТК = 0,4-0,7).

Таблица 1. Метеорологические условия вегетационного периода 2016–2025 гг.**Table 1.** Meteorological conditions of the 2016–2025 growing season

Месяцы	Годы										Норма* (\bar{X} или Σ)
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	
Сумма атмосферных осадков, мм											
IV	41,0	62,7	13,9	99,5	9,7	36,5	60,8	52,5	17,5	15,4	30
V	80,0	48,9	41,6	74,9	64,9	63,2	46,7	78,1	2,3	39,0	47
VI	26,0	57,4	85,5	23,4	6,2	151,0	44,7	63,2	28,2	40,9	73
VII	86,6	86,9	50,8	96,5	40,4	22,2	15,6	56,6	10,5	3,3	70
VIII	43,0	11,9	9,5	73,4	9,8	34,0	76,2	30,3	4,6	8,5	38
IX	58,4	15,2	33,5	18,5	0,0	34,3	64,6	9,0	5,9	2,1	52
Сумма	335,0	283,0	234,8	386,2	131,0	341,2	308,6	289,7	69,0	109,2	310
Средняя температура воздуха, °С											
IV	16,2	9,2	11,9	10,1	8,5	9,8	12,4	11,0	16,2	11,0	10,1
V	16,0	15,0	18,5	17,6	14,8	17,2	13,9	15,4	15,4	16,3	15,6
VI	21,3	19,9	21,6	23,3	23,0	21,4	21,5	19,4	23,5	20,3	20,0
VII	23,3	22,4	23,7	21,2	24,1	25,2	22,5	22,3	26,4	26,2	22,4
VIII	24,2	23,8	22,5	20,3	21,8	24,3	25,4	23,3	23,3	22,7	20,9
IX	14,0	17,4	18,0	14,7	18,2	14,1	14,8	16,9	20,5	17,3	15,0
Средняя	19,2	18,0	19,4	17,9	18,4	18,7	18,4	18,1	20,9	19,0	17,3
Относительная влажность воздуха, %											
IV	64	68	59	66	51	66	67	72	57,4	64,4	64
V	73	64	59	72	67	67	62	63	50,4	59,1	61
VI	66	65	53	56	58	73	64	62	59,8	60,0	66
VII	60	63	65	67	54	62	59	64	49,0	46,8	65
VIII	57	53	51	68	53	64	52	54	50,1	50,3	62
IX	65	62	56	64	46	68	73	51	39,4	49,7	70
Средняя	64,2	62,5	57,2	65,5	54,8	66,7	62,8	61,0	51,0	55,1	64,7
Дней с относительной влажностью воздуха 30 % и меньше											
IV	6	7	14	14	23	9	8	1	14	12	8,6
V	2	9	12	3	10	6	13	8	23	12	11,4
VI	1	4	20	15	10	2	9	5	11	13	5,8
VII	10	12	2	12	18	8	13	2	24	18	6,7
VIII	6	21	22	2	17	8	19	6	23	23	8,0
IX	7	11	15	14	23	10	3	10	26	16	4,7
Сумма	32	64	85	60	101	43	65	32	121	94	45,2
Гидротермический коэффициент Г. К. Селянинова											
IV	0,84	0,29	0,39	3,94	0,03	1,34	1,63	1,59	0,36	0,47	0,99
V	1,68	1,08	0,81	1,48	1,44	1,19	1,07	1,66	0,05	0,77	0,97
VI	0,38	1,00	1,20	0,33	0,08	2,62	0,69	1,09	0,40	0,67	1,27
VII	1,20	1,21	0,72	1,43	0,58	0,31	0,23	0,82	0,13	0,04	1,05
VIII	0,56	0,18	0,13	1,29	0,01	0,47	0,98	0,42	0,06	0,12	0,61
IX	1,59	0,28	0,72	0,50	0,00	0,84	1,39	0,18	0,10	0,04	1,16
Средний	1,04	0,67	0,66	1,50	0,36	1,13	1,00	0,96	0,18	0,35	1,00

*Данные «Агроклиматического справочника по Луганской области за 1986–2005 гг.» [2]

Более благоприятные погодные условия сложились в вегетационные периоды 2016, 2021, 2022 и 2023 гг. (ГТК = 1,0-1,3), что соответствовало слабо засушливой зоне увлажнения – лесостепи. Оптимальные условия влагообеспеченности периода вегетации сложились только в 2019 году (ГТК составил 1,5 – влажная лесная зона).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Уровень урожайности подсолнечника в годы проведения исследований (табл. 2) значительно варьировал (согласно срокам сева $V = 32,1; 31,2, 29,8 \%$), что связано с очень контрастными погодными условиями.

Таблица 2. Влияние сроков сева на урожайность подсолнечника, т/га

Table 2. Sowing time impact on sunflower yield, t/ha

Годы	Сроки сева подсолнечника			Средняя по срокам сева	НСР ₀₅ , т/га
	ранний (I декада апреля)	средний (I декада мая)	поздний (I декада июня)		
2016	2,69	2,70	1,60	2,33	0,19
2017	1,72	1,90	1,80	1,81	0,22
2018	1,81	1,60	1,51	1,64	0,17
2019	2,82	2,40	2,01	2,41	0,18
2020	1,74	1,63	1,32	1,56	0,14
2021	2,40	2,10	1,74	2,08	0,20
2022	1,63	1,53	1,76	1,64	0,15
2023	2,62	2,20	1,92	2,25	0,21
2024	1,32	1,20	0,92	1,15	0,16
2025	0,94	0,83	0,60	0,79	0,18
\bar{x}	1,97	1,81	1,52		
$S\bar{x}$	0,20	0,18	0,14		
$V, \%$	32,1	31,2	29,8		

В результате проведения исследований за 2016–2025 гг. установлено, что при раннем сроке сева средние запасы продуктивной почвенной влаги в метровом слое почвы характеризовались как средние (в пределах 130–160 мм) и составили 149,5 мм, что превысило их запасы в сравнении со средним сроком на 8,4 мм, а в сравнении с поздним сроком – на 40,2 мм (табл. 3).

Выявлена сильная корреляция урожайности подсолнечника с запасами продуктивной влаги в метровом слое почвы весной при I и III сроках сева (соответственно $r = 0,834$ и $r = 0,845$) и средняя ($r = 0,604$) – при II сроке.

Урожайность культуры имела сильную корреляцию ($r > 0,7$) с запасами продуктивной влаги в период фазы цветения (соответственно срокам сева – 0,799; 0,826; 0,893), а также с осадками за вегетацию (соответственно $r = 0,853; 0,858; 0,792$) и в период цветения ($r = 0,863; 0,734; 0,852$). Рост урожайности также сопровождался повышением величины суммарного водопотребления ($r = 0,881; 0,856; 0,889$). В среднем за 2016–2025 годы в структуре суммарного водопотребления подсолнечника при раннем сроке сева долевое участие осадков за вегетацию составило 60,6%, при среднем сроке – 54,8 %, при позднем сроке – 43,7 %.

Таблица 3. Почвенная влагообеспеченность и водопотребление подсолнечника в зависимости от погодных условий и сроков сева**Table 3.** Sowing time impact on soil moisture supply and sunflower water consumption

Годы	Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0–100 см, мм			Осадки за вегетацию, мм	Осадки в фазе цветения, мм	Суммарное водопотребление, м ³ /га	Средняя температура за вегетацию, °С	Число дней с t°С выше 30°С	Коэффициент водопотребления, м ³ /т
	при посеве	в фазе цветения	при уборке						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
При раннем сроке сева (I декада апреля)									
2016	177,0	81,2	30,0	276,6	45	4236	19,5	56	1574
2017	150,7	76,3	45,2	267,8	30,3	3733	17,9	51	2170
2018	130,9	22,0	23,0	201,3	41,4	3392	19,2	57	1874
2019	154,0	82,0	46,2	367,7	43,4	4755	18,5	37	1686
2020	148,8	64,2	19,0	136,0	33,0	2608	18,5	59	1499
2021	167,0	64,4	30,9	307,0	47,3	4431	19,6	59	1846
2022	143,1	55,2	0,0	245,0	6,4	3921	19,1	58	2406
2023	173,0	109,6	30,3	292,1	50,3	4348	16,3	58	1659
2024	145,1	39,0	8,0	62,6	0,0	1996	20,7	52	1512
2025	105,5	8,0	0,0	105,0	1,7	2105	20,1	75	2239
\bar{x}	149,5	66,9	23,3	226,1	30,0	3553	19,0	56	1847
V, %	13,3	45,4	71,4	43,2	65,9	26,6	6,5	16,7	17,5
r	0,834	0,799	0,735	0,853	0,863	0,881	-0,495	-0,579	-0,456
При среднем сроке сева (I декада мая)									
2016	136,6	80,1	19,4	235,6	86,0	3528	21,2	58	1307
2017	157,7	82,2	6,0	205,1	50,3	3568	20,1	54	1878
2018	172,6	70,3	12,0	187,4	49,8	2980	21,5	63	1862
2019	154,1	96,5	10,0	278,9	96,0	4230	20,6	35	1459
2020	138,2	50,4	0,0	105,4	40,0	2437	21,0	64	1495
2021	150,0	52,2	22,0	236,2	92,0	3642	22,1	63	1734
2022	140,9	50,9	6,0	165,3	16,0	2997	20,8	62	1958
2023	160,2	112,4	30,3	209,2	6,0	3991	17,6	36	1256
2024	100,5	30,0	0,0	45,5	11,0	1461	21,8	74	1217
2025	100,0	5,0	0,0	92,3	3,0	1923	22,4	54	2317
\bar{x}	141,1	63,0	10,6	176,1	45,0	3076	20,9	56,3	1648
V, %	17,1	50,6	98,3	41,9	80,6	29,3	6,49	22,0	21,8
r	0,604	0,889	0,735	0,858	0,734	0,889	-0,579	-0,667	-0,589

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
При позднем сроке сева (I декада июня)									
2016	100,3	66,0	6,0	188,0	28,5	2823	20,5	57	1764
2017	129,0	87,2	9,1	114,1	39,0	2340	21,2	53	1300
2018	108,6	77,0	8,2	93,8	9,5	1942	21,4	57	1286
2019	127,2	69,0	6,2	188,4	43,6	3094	18,7	37	1539
2020	133,5	37,2	3,5	50,2	5,0	1802	21,4	59	1355
2021	110,4	69,6	4,4	90,5	22,6	1965	21,2	55	1129
2022	131,0	70,5	0,0	156,4	27,3	2874	20,9	58	1632
2023	122,0	63,0	0,0	95,9	23,3	2179	20,9	32	1135
2024	76,0	16,9	0,0	21,7	4,0	977	23,4	73	1061
2025	54,5	9,2	0,0	11,9	0,0	664	23,4	69	1107
\bar{x}	109,3	56,6	3,7	101,1	20,3	2067	21,3	55	1331
V, %	23,9	46,4	93,9	62,1	74,4	38,2	6,37	22,8	18,2
r	0,845	0,893	0,430	0,792	0,852	0,889	-0,880	-0,829	0,448

Средняя обратная корреляция ($r = -0,495$ и $-0,443$) урожайности со средней температурой воздуха за вегетационный период отмечена при I и II сроках сева и сильная ($r = -0,880$) – при III сроке. Аналогичная закономерность получена и в корреляционной зависимости урожайности от количества засушливых дней за вегетацию (с относительной влажностью воздуха в течение суток $\leq 30\%$), которая при I и II сроках сева была средней отрицательной ($r = -0,579$ и $-0,480$) и сильной ($r = -0,829$) – при III сроке сева.

Математические модели урожайности подсолнечника в зависимости от осадков (x) и температуры воздуха (y) в период вегетации по срокам сева выражались следующими уравнениями регрессии и графиками (рис. 1–3).

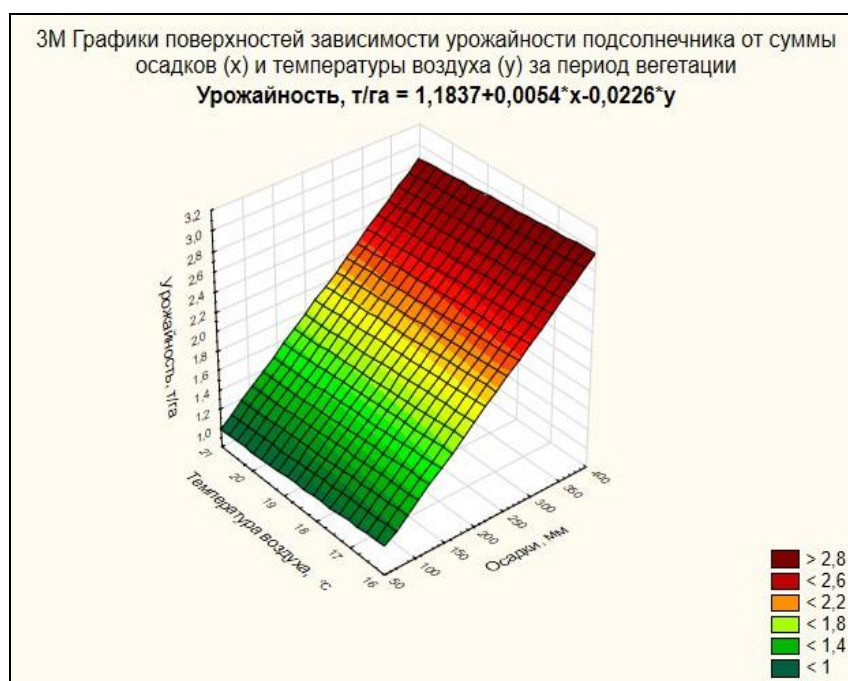


Рис. 1. Влияние осадков и температуры воздуха за вегетационный период на урожайность подсолнечника при раннем сроке сева (2016–2025 гг.)

Fig. 1. Precipitation and air temperature effect during the growing season on sunflower yield at early sowing time (2016–2025)



Рис. 2. Влияние осадков и температуры воздуха за вегетационный период на урожайность подсолнечника при среднем сроке сева (2016–2025 гг.)

Fig. 2. Precipitation and air temperature effect during the growing season on sunflower yield at middle sowing time (2016–2025)

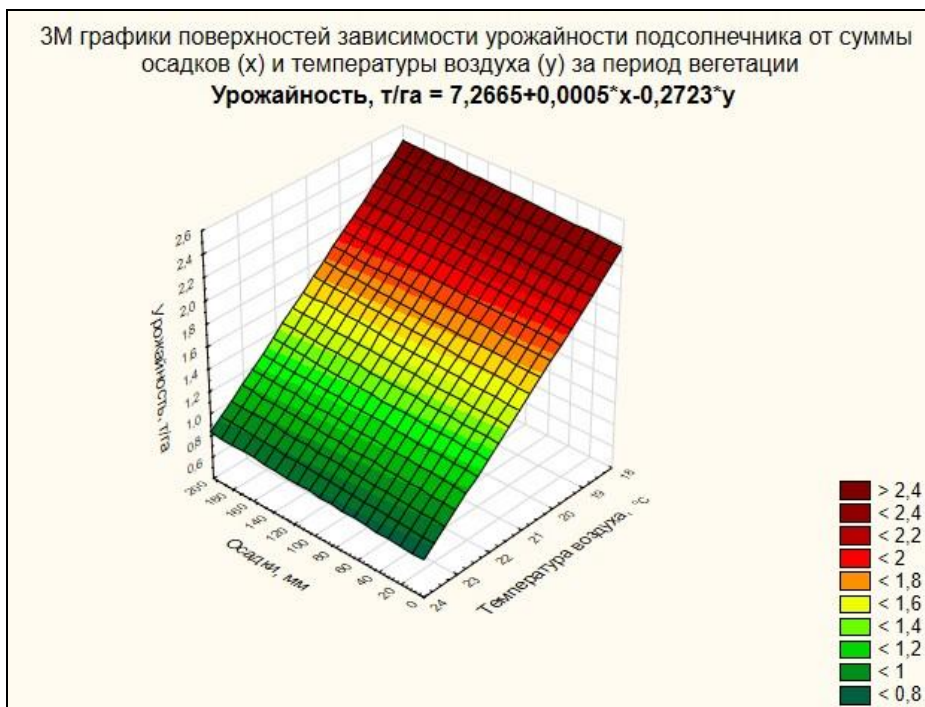


Рис. 3. Влияние осадков и температуры воздуха за вегетационный период на урожайность подсолнечника при позднем сроке сева (2016–2025 гг.)

Fig. 3. Precipitation and air temperature effect during the growing season on sunflower yield at late sowing time (2016–2025)

При выращивании среднераннего гибрида подсолнечника Командор в современных засушливых, крайне нестабильных гидротермических условиях вегетации в Донбассе наиболее высокая урожайность (1,97 т/га) получена при раннем сроке сева (I декада апреля), что заметно превысило урожайность (на 0,16 т/га) в сравнении с посевами среднего срока сева (I декада мая) и особенно сильно (на 0,45 т/га) – с посевами позднего срока (I декада июня).

Преимущество в технологии с ранним сроком сева можно объяснить более значительными запасами почвенной влаги на начало вегетации подсолнечника, большим количеством осадков за период вегетации, лучшими гидротермическими условиями к началу критического периода развития культуры. Ранний срок сева является наиболее рациональным методом получения гарантированных всходов; более раннее цветение растений подсолнечника совпадает с благоприятными погодными условиями III декады июня – I декады июля, что интенсивнее привлекает насекомых-опылителей в этот период в сравнении с посевами более поздних сроков сева. При этом появляется возможность провести уборку в более ранние сроки, что играет важную роль в получении урожая маслосемян высокого качества.

Аналогичные данные получены в исследованиях М. В. Башинской [18], проведенных на черноземах обыкновенных в степных засушливых условиях Запорожской области, в которых указывается, что лучшим является наиболее ранний срок сева подсолнечника – II–III декады апреля при повышении температуры почвы на глубине 8 см до уровня в пределах от 10–12° и до 16 °С.

Выводы

Таким образом, урожайность подсолнечника гибрида Командор зависит не только от запасов продуктивной влаги перед севом ($r = 0,604-0,845$) и суммы осадков за весь период вегетации ($r = 0,792-0,854$), осадков, выпавших в критический период (в фазу цветения) ($r = 0,730-0,863$), но и от сроков сева. Наиболее благоприятные условия для посева складываются в период I декады апреля. Ранний апрельский срок обеспечивается в среднем за 10 лет исследований (2016–2025 гг.) максимальным запасом продуктивной влаги в метровом слое почвы перед посевом (149,5 мм) и к периоду цветения (66,9 мм) подсолнечника, большей на 50 мм (28,4 %) суммой осадков, большим на 477 м³/га (15,5 %) показателем суммарного водопотребления и пониженной на 1,9 °С (9,1 %) температурой воздуха за период вегетации в сравнении со средним (I декада мая) сроком сева. Преимущества раннего срока сева способствовали формированию наиболее высокой урожайности (1,97 т/га), которая была выше на 0,16 т/га (8,8 %) в сравнении со средним (I декада мая) сроком сева и на 0,45 т/га (29,6 %) – в сравнении с поздним (I декада июня) сроком. Наименьшую влагообеспеченность и урожайность имели посевы позднего (I декада июня) срока сева подсолнечника.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Каптанов А. Н.* Научные основы современных систем земледелия // Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина. М.: Агропромиздат, 1988. 255 с.
2. Агроклиматический справочник по Луганской области (1986–2005 гг.) / Под ред. Ю. М. Власова. Луганск: Виртуальная реальность, 2011. 216 с.

3. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме / Под ред. И. А. Шумакова. СПб.: Научно-технологические технологии, 2022. 124 с.

4. Лосев А. П., Журина Л. Л. Агрометеорология. М.: КолосС, 2004. 301 с.

5. Эдельгериев Р. С. Х., Иванов А. Л., Донник И. М. Глобальный климат и почвенный покров России: проявления засухи, меры предупреждения, борьбы, ликвидация последствий и адаптационные мероприятия (сельское и лесное хозяйство). М.: МБА, 2021. 700 с. DOI: 10.52479/978-5-6045103-9-1

6. Васильев Д. С. Подсолнечник. М.: Агропромиздат, 1990. С. 6–7.

7. Посыпанов Г. С. Растениеводство. М.: КолосС, 2007. 612 с.

8. Горбаченко Ф. И., Горбаченко О. Ф. Селекция и семеноводство подсолнечника на Дону / Под ред. Н. И. Бочкарева. Краснодар: Просвещение – Юг, 2016. 341 с.

9. Решетняк Н. В. Подсолнечник (*Helianthus annuus* L.) в Донбасском регионе / Под ред. Н. В. Решетняк, В. Е. Стотченко, Т. М. Косонова. Луганск: ФЛП Пальчак А. В., 2017. 536 с.

10. Гаевая Э. А., Гринько А. В., Кисс Н. Н. и др. Влияние гидротермических факторов на урожайность подсолнечника в Приазовской зоне Ростовской области // Масличные культуры. 2025. Вып. 3(203). С. 58–66. DOI: 10.25230/2412-608X-2025-3-203-58-66

11. Борисоник З. Б. Подсолнечник. Киев: Урожай, 1985. 160 с.

12. Бушнев А. С., Мамырко Ю. В., Подлесный С. П. и др. Влияние сроков сева и норм высева семян на продуктивность гибридов подсолнечника // Сахарная свекла. 2023. № 8. С. 31–35. DOI: 10.25802/SB.2023.63.90.005

13. Грязева В. И., Сигов В. И., Кузьмина А. М. Влияние сроков сева на урожайность и качество маслосемян подсолнечника. В сборнике: Инновационные технологии в АПК: теория и практика: материалы X Международной научно-практической конференции. Пенза, 2022. С. 34–36.

14. Вошедский Н. Н., Кулыгин В. А. Влияние элементов технологии возделывания на урожайность подсолнечника в Ростовской области // Земледелие. 2023. № 8. С. 23–27. DOI: 10.24412/0044-3913-2023-8-23-27

15. Павелко И. А., Орехов Г. И., Бушнев А. С. Продуктивность нового сорта подсолнечника Казак в зависимости от срока посева на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья. В сборнике: Актуальные вопросы биологии, селекции, технологии возделывания и переработки сельскохозяйственных культур: материалы 13-й Международной конференции молодых ученых и специалистов. Краснодар: ВНИИМК, 2025. С. 195–199.

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

17. Лукомец В. М., Тишков Н. М., Трунова М. В., Семеренко С. А. Методика проведения агротехнических исследований в опытах с масличными культурами (Сообщение 2. Исследования в опытах с подсолнечником) // Масличные культуры. 2023. Вып. 2(194). С. 51–66. DOI: 10.25230/2412-608X-2025-3-203-58-66

18. Башинская М. В. Влияние разных сроков сева на урожайность гибридов подсолнечника в условиях Запорожской области. В сборнике: Роль аграрной науки в обеспечении продовольственной безопасности: материалы Международной научно-практической конференции. Мелитополь: Мелитопольский ГУ, 2024. С. 15–20.

REFERENCES

1. Kashtanov A.N. *Nauchnyye osnovy sovremennykh sistem zemledeliya* [Scientific foundations of modern farming systems]. Lenin All-Union Academy of Agricultural Sciences. Moscow: Agropromizdat, 1988. 255 p. (In Russian)
2. Vlasov Y.N. *Agroklimaticheskiy spravochnik po Luganskoy oblasti (1986-2005 gg.)* [Agroclimatic reference book for Lugansk region (1986–2005)]. Lugansk: Virtual'naya real'nost', 2011. 216 p. (In Russian)
3. Shumakov I.A. The third assessment report on climate change and its consequences on the territory of the Russian Federation. General summary. Sankt-Peterburg: Naukoemkie tekhnologii, 2022. 124 p. (In Russian)
4. Losev A.P., Zhurina L.L. *Agrometeorologiya* [Agrometeorology]. Moscow: KolosS, 2004. 301 p. (In Russian)
5. Edelgeriev R.S.Kh., Ivanov A.L., Donnik I.M. *Global'nyj klimat i pochvennyj pokrov Rossii: proyavleniya zasuhi, mery preduprezhdeniya, bor'by, likvidatsiya posledstviy i adaptacionnye meropriyatiya (sel'skoe i lesnoe hozyajstvo)* [Global climate and soil cover of Russia: drought manifestations, prevention, control measures, elimination of consequences and adaptation measures (agriculture and forestry)]. Moscow, IBA. 2021. 700 p. DOI: 10.52479/978-5-6045103-9-1. (In Russian)
6. Vasiliev D.S. *Podsolnechnik* [Sunflower]. Moscow: Agropromizdat, 1990. Pp. 6–7. (In Russian)
7. Posypanov G.S. *Rasteniyevodstvo* [Crop production]. Moscow: KolosS, 2007. 612 p. (In Russian)
8. Gorbachenko F.I., Gorbachenko O.F. *Selektsiya i semenovodstvo podsolnechnika na Donu* [Sunflower seed production on the Don]. Krasnodar: Prosveshchenie-Yug, 2016. 341 p. (In Russian)
9. Reshetnyak N.V. *Podsolnechnik (Helianthus annuus L.) v Donbasskom regione* [Sunflower (*Helianthus annuus* L.) in the Donbass region]. Lugansk: FLP Palchak A.V., 2017. 536 p. (In Russian)
10. Gayevaya E.A., Grinko A.V., Kiss N.N. et al. Influence of hydrothermal factors on sunflower yields in the Azov zone of the Rostov region. *Maslichnye kultury*. [Oil crops]. 2025. No. 3(203). Pp. 58–66. DOI: 10.25230/2412-608X-2025-3-203-58-66. (In Russian)
11. Borisonik Z.B. *Podsolnechnik* [Sunflower]. Kiev: Urozhay, 1985. 160 p. (In Russian)
12. Bushnev A.S., Mamyrko Yu.V., Podlesny S.P. et al. Influence of sowing time and seed sowing rates on productivity of sunflower hybrids. *Sakharnaya svekla* [Sugar beet]. 2023. No. 8. Pp. 31–35. DOI: 10.25802/SB.2023.63.90.005. (In Russian)
13. Gryazeva V.I., Sigov V.I., Kuzmina A.M. Influence of sowing time on the yield and quality of sunflower oilseeds. *V sbornike: Innovatsionnye tekhnologii v agropromyshlennom komplekse: teoriya i praktika: materialy X Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Penza, 2022. Pp. 34–36. (In Russian)
14. Voshedskiy N.N., Kulygin V.A. Influence of elements of cultivation technology on sunflower yield in Rostov region. *Zemledelie* [Agriculture]. 2023. No. 8. Pp. 23–27. DOI: 10.24412/0044-3913-2023-8-23-27. (In Russian)
15. Pavelko I.A., Orekhov G.I., Bushnev A.S. Productivity of a new sunflower variety Kazak depending on sowing time on leached chernozem of Western Ciscaucasia. *V sbornike: Aktualnye voprosy biologii, selektsii, tekhnologii vozdeleyvaniya i pererabotki sel'skokhozyaystvennykh kultur*:

materialy XIII Mezhdunarodnoy konferentsii molodykh uchenykh i spetsialistov. Krasnodar: VNIIMK, 2025. Pp. 195–199. (In Russian)

16. Dospikhov B.A. *Metodika polevogo opyta* [Methodology of field experience]. Moscow: Alliance, 2014. 351 p. (In Russian)

17. Lukomets V.M., Tishkov N.M., Trunova M.V., Semerenko S.A. Methods of conducting agrotechnical research in experiments with oilseeds. Research in experiments with sunflower. *Maslichnye kultury* [Oil crops]. 2023. No. 2(194). Pp. 51–66. DOI: 10.25230/2412-608X-2025-3-203-58-66. (In Russian)

18. Bashinskaya M.V. Influence of different sowing time on sunflower hybrids yield in Zaporozhye region. *V sbornike: Rol' agrarnoy nauki v obespechenii prodovol'stvennoy bezopasnosti: materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Melitopol: Melitopol'skiy GU, 2024. Pp. 15–20. (In Russian)

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflict of interest.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Funding. The study was performed without external funding.

Информация об авторах

Тимошин Николай Николаевич, канд. с.-х. наук, заведующий кафедрой земледелия и растениеводства, ФГБОУ ВО «Луганский государственный аграрный университет имени К. Е. Ворошилова»; 291008, Россия, г. Луганск, г.о. Луганский, р-н Артемовский, тер. ЛНАУ, 1; nauka_nis_lg@mail.ru, rector@lnau.su, SPIN-код: 2430-9178

Решетняк Николай Васильевич, канд. с.-х. наук, доцент кафедры земледелия и растениеводства, ФГБОУ ВО «Луганский государственный аграрный университет имени К. Е. Ворошилова»; 291008, Россия, г. Луганск, г.о. Луганский, р-н Артемовский, тер. ЛНАУ, 1; Zemledelie2016@yandex.ru, SPIN-код: 9335-4746

Барановский Александр Васильевич, канд. с.-х. наук, доцент кафедры земледелия и растениеводства, ФГБОУ ВО «Луганский государственный аграрный университет имени К. Е. Ворошилова»; 291008, Россия, г. Луганск, г.о. Луганский, р-н Артемовский, тер. ЛНАУ, 1; Lnau_sorgo2011@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2098-0889>, SPIN-код: 9133-9230

Мельник Наталья Александровна, канд. с.-х. наук, доцент кафедры биологии растений, ФГБОУ ВО «Луганский государственный аграрный университет имени К. Е. Ворошилова»; 291008, Россия, г. Луганск, г.о. Луганский, р-н Артемовский, тер. ЛНАУ, 1; Zemledelie2016@yandex.ru; SPIN-код: 4744-2870

Мазалов Олег Вячеславович, аспирант кафедры земледелия и растениеводства, ФГБОУ ВО «Луганский государственный аграрный университет имени К. Е. Ворошилова»; 291008, Россия, г. Луганск, г.о. Луганский, р-н Артемовский, тер. ЛНАУ, 1; Zemledelie2016@yandex.ru

Сигидиненко Ирина Викторовна, аспирант кафедры биологии растений, ФГБОУ ВО «Луганский государственный аграрный университет имени К. Е. Ворошилова»; 291008, Россия, г. Луганск, г.о. Луганский, р-н Артемовский, тер. ЛНАУ, 1; Zemledelie2016@yandex.ru

Information about the authors

Nikolay N. Timoshin, Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Department of Agriculture and Crop Production, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Lugansk State Agrarian University named after K.E. Voroshilov”;

1, LNAU territory, Artemovsky district, Lugansk urban district, Lugansk, 291008, Russia;
nauka_nis_ig@mail.ru, rector@lnau.su, SPIN-code: 2430-9178

Nikolay V. Reshetnyak, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Department of Agriculture and Crop Production, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Lugansk State Agrarian University named after K.E. Voroshilov”;

1, LNAU territory, Artemovsky district, Lugansk urban district, Lugansk, 291008, Russia;
Zemledelie2016@yandex.ru, SPIN-code: 9335-4746

Alexander V. Baranovsky, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agriculture and Crop Production, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Lugansk State Agrarian University named after K.E. Voroshilov”;

1, LNAU territory, Artemovsky district, Lugansk urban district, Lugansk, 291008, Russia;
Lnau_sorgo2011@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2098-0889>; SPIN-code: 9133-9230

Natalya A. Melnik, Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Department of Plant Biology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Lugansk State Agrarian University named after K.E. Voroshilov”;

1, LNAU territory, Artemovsky district, Lugansk urban district, Lugansk, 291008, Russia;
Zemledelie2016@yandex.ru; SPIN-code: 4744-2870

Oleg V. Mazalov, Postgraduate Student, Department of Agriculture and Crop Production, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Lugansk State Agrarian University named after K.E. Voroshilov”;

1, LNAU territory, Artemovsky district, Lugansk urban district, Lugansk, 291008, Russia;
Zemledelie2016@yandex.ru;

Irina V. Sigidinenko, Postgraduate Student, Department of Plant Biology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Lugansk State Agrarian University named after K.E. Voroshilov”;

1, LNAU territory, Artemovsky district, Lugansk urban district, Lugansk, 291008, Russia;
Zemledelie2016@yandex.ru