

УДК 631.5 : 133.854.78 (470.40/43)

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ НА МАСЛИЧНОСТЬ И ВЫХОД МАСЛА ПОДСОЛНЕЧНИКА В ЧЕРНОЗЁМНОЙ СТЕПИ ЗАВОЛЖЬЯ

© 2023 О.И. Горянин, Б.Ж. Джангабаев

Самарский федеральный исследовательский центр РАН,
Самарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. Н.М. Тулайкова,
Безенчук, Россия

Статья поступила в редакцию 10.11.2022

Исследования с целью оценки влияния ресурсосберегающих технологий на масличность и выход масла подсолнечника, возделываемого по производственной системе *ExpressSun*TM, в сравнении с традиционной технологией проводили в 2019–2021 годах в условиях Самарской области на чернозёме обыкновенном. В шестипольном зернопаропропашном севообороте, по яровой твёрдой пшенице, изучали два варианта традиционной технологии (с внесением сложных удобрений и без применения), четыре варианта ресурсосберегающих технологий с рыхлением почвы (без удобрения, с применением биопрепарата и сложных удобрений), один вариант с прямым посевом. Выявлена высокая масличность семян гибрида П63ЛЕ10, которая в среднем за три года не изменялась в зависимости от исследуемых вариантов, не зависела от урожайности семян и составила 48,2–49,2 %. Сложные минеральные удобрения существенно увеличивали выход масла, по сравнению с технологиями, где удобрения не вносились на 0,12–0,22 т/га (11,3–21,8 %). Применение прямого посева, способствуя снижению материальных затрат не снижало выход масла. На всех изучаемых технологиях наиболее критическими периодами, обеспечивающими сбор масла, оказались фазы цветения и налива маслосемян. Для получения высокой масличности семян и выхода масла предлагаются в зернопаропропашном севообороте, на фоне основного внесения сложных удобрений (азофоска) технологии прямого посева, или глубокого рыхления почвы, гибриды устойчивые к гербициду с действующим веществом Трибенурон-метил, посев сеялкой прямого посева Kuhn, а также оставления соломы зерновых предшественников в качестве органических удобрений.

Ключевые слова: подсолнечник, урожайность, масличность, выход масла

DOI: 10.37313/2782-6562-2023-2-1-24-28

EDN: UQDDER

В сложившихся рыночных отношениях в засушливых регионах России самой рентабельной и востребованной культурой в богарном земледелии является подсолнечник [1, 2, 4, 6].

Для дальнейшего повышения эффективности и устойчивости производства маслосемян необходим поиск приёмов и средств адаптивной интенсификации. Кроме того, нехватка трудовых и материальных ресурсов определяют переход на ресурсосберегающие технологии, в том числе и на прямой посев, обеспечивающие по данным многочисленных исследований лучшее сохранение почвенного плодородия [2, 7].

В исследованиях, проведённых ранее, установлено, что агрофизические свойства чернозёма обыкновенного, практически на всех технологиях не являются лимитирующим фактором для получения высокой урожайности зерновых и других полевых культур [2].

Это делает возможным применение технологий с минимальными обработками почвы и прямого посева подсолнечника в регионе, что позволит оптимизировать проведение технологических операций за счёт сокращения агротехнических сроков и материальных затрат. При этом одним из главных показателей оценки технологий является изучение масличности маслосемян. На данный показатель оказывают влияния климатические условия, средства интенсификации и культура земледелия, однако в регионе слабо изучено влияние технологий прямого посева на масличность [3, 5, 8].

Поэтому цель наших исследований заключалась в установлении влияния ресурсосберегающих технологий, в том числе и прямого посева на масличность и выход масла подсолнечника, возделываемого по производственной системе *ExpressSun*TM, в сравнении с традиционной технологией.

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования по изучаемому вопросу проводили в 2019–2021 годах в стационарном опыте отдела земледелия Самарского НИИСХ на чер-

Горянин Олег Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник отдела земледелия и новых технологий. E-mail: samnniish@mail.ru
Джангабаев Бауржан Жунусович, старший научный сотрудник отдела земледелия и новых технологий. E-mail: samnniish@mail.ru

ноземе обыкновенном, среднемощном, средне-суглинистом.

В зернопаропропашном севообороте с чередование культур: пар чистый, озимая мягкая пшеница, соя, яровая твёрдая пшеница, подсолнечник, ячмень изучали семь технологий (вариантов) возделывания подсолнечника:

1. Традиционная (контроль);
2. Контроль + сложные удобрения (азофоска);
3. Ресурсосберегающая с прямым посевом зерновых и глубоким рыхлением на 25-27 см под подсолнечник и сою – фон;
4. Фон + биопрепарат (Борогум);
5. Прямой посев + сложные удобрения (азофоска);
6. Фон + сложные удобрения (азофоска);
7. Фон + сложные удобрения (азофоска) + (Борогум).

На всех вариантах при однофазной уборке зерновых измельчали солому; прямой посев осуществляли сеялкой KUNN Maxima; в фазе двух пар настоящих листьев подсолнечника применяли боронование в один след (БЗСС-1,0); в фазе четырёх, пяти пар настоящих листьев культуры посевы обрабатывали гербицидом Экспресс (0,05 л/га) или аналогом с действующим веществом Трибенурон-метил (0,04 л/га).

На традиционной технологии применяли зяблевую вспашку на 22-24 см (ПЛН-5-35), весеннее боронование (БЗСС-1,0), предпосевную культивацию (Компактор), прикатывание почвы (ЗККШ-6), посев.

На ресурсосберегающей технологии система обработки почвы включала рыхление почвы на 25-27 см (ПЧ-4,5), ранневесеннее боронование (БЗСС-1,0), прикатывание (ЗККШ-6), посев.

При прямом посеве производили посев и обработку общеистребительным гербицидом в течение суток после него.

Сложные удобрения применяли под основную обработку почвы при помощи сеялки СЗ-3,6. Обработку препаратом Борогум (1 л/га) производили в период 4-5 пар настоящих листьев опрыскивателем ОН-400.

Закладку опыта осуществляли в 3-кратном повторении. Площадь делянок общая 275 м², учетная – 100 м². Учёт урожайности производили при помощи комбайна Wintersteiger Classic.

Масличность определяли согласно: ГОСТ 13496.15-85. Корма, комбикорма, комбикормовое сырьё. Методы определения массовой доли жира. Введ. 1985-06-27. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 9 с.

Полученные результаты обрабатывали на компьютере при помощи программы AGROS ver. 2.09. (дисперсионный и корреляционный анализ).

В период исследований выявлены засушливые условия для возделывания подсолнечника при гидротермическом коэффициенте (ГТК) за

вегетацию на уровне 0,45-0,61. В этих условиях выявлена зависимость урожайности культуры от температурного режима за вегетационный период. Наилучший продукционный процесс подсолнечника выявлен в 2019 г., когда средняя температура воздуха за вегетацию культуры составила 17,4 °С. В 2020 и 2021 году при недостаточном количестве осадков средняя температура воздуха за аналогичный период поднималась до 17,8-22,2 °С.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОБСУЖДЕНИЕ

Установлено, что за годы исследований наибольшая урожайность подсолнечника выявлена в 2019 году и составила 2,55-3,56 т/га.

В засушливых условиях 2020 и 2021 годов значения в зависимости от исследуемых вариантов снижались до 1,59-2,19 т/га.

В среднем за три года исследований, при НСР₀₅ равном 0,15 т/га сложные удобрения обеспечили существенное увеличение урожайности семян. При традиционной технологии на 0,27 т/га (12,7 %), на фоне с рыхлением почвы – 0,44-51 т/га (21,7-25,1 %). Применение прямого посева не снижало урожайность маслосемян, по сравнению с традиционной технологией.

На перерабатывающих предприятиях стоимость семян подсолнечника зависит от их масличности. При этом по данным корреляционного анализа между масличностью и урожайностью по данным наших трёхлетних исследований существует слабая или средняя взаимосвязь.

При анализе масличности семян по годам выявлено, что в благоприятном для роста и развития подсолнечника 2019 году при максимальной урожайности, наибольшие значения установлены при традиционной технологии (интенсивный по удобрениям фон) – 52,4 %, что значительно на 1,4-2,9 % выше вариантов с ресурсосберегающими технологиями и применением сложных удобрений (табл. 1).

В засушливых условиях 2020 года при минимальной урожайности за анализируемый период, наибольшую масличность обеспечили ресурсосберегающие технологии – 51,8-52,1 %, что достоверно на 1-1,4 % выше традиционной технологии.

В 2021 году наименьшая масличность установлена при традиционной технологии (интенсивный фон) – 41,3 %. На остальных вариантах значения, по сравнению с наихудшим, увеличивались на 2,1-3,6 %.

В среднем за годы исследований выявлена высокая масличность семян гибрида П63ЛЕ10, которая не изменялась в зависимости от исследуемых вариантов и составила 48,2-49,2 %.

При корреляционном анализе на традиционной технологии установлена функциональная

Таблица 1. Влияние различных технологий на масличность гибрида П63ЛЕ10 (2019-2021 гг.), %

Варианты	Год			
	2019	2020	2021	среднее
1. Традиционная (контроль)	51,7	50,7	44,9	49,1
2. Контроль + удобрения	52,4	50,8	41,3	48,2
3. Ресурсосберегающая – фон;	51,3	51,8	44,6	49,2
4. Фон + биопрепарат	51,6	52,0	43,6	49,1
5. Прямой посев + удобрения	51,0	51,8	44,9	49,2
6. Фон + удобрения	49,5	52,1	44,0	48,5
7. Фон + удобрения + биопрепарат	49,5	51,9	43,4	48,3
НСР ₀₅	1,2	0,7	2,0	1,3

связь масличности семян с температурой воздуха и количеством осадков в период налива семян и за вегетационный период. В первом случае значения коэффициента были отрицательными -1,0, во втором выявлена прямая связь между признаками, при значениях $r=0,99$. Кроме того выявлена аналогичная тесная связь показателя с количеством осадков за вневегетационный период.

При ресурсосберегающих технологиях без применения минеральных удобрений и прямом посеве выявлена прямая функциональная связь масличности с количеством осадков за вневегетационный период.

Применение удобрений на вариантах с ресурсосберегающими технологиями нивелировало влияние погодных условий и связь между масличностью, температурой и количеством осадков снижалась до линейных значений.

Из регулируемых факторов (агрофизических, агрохимических, запасов влаги в почве) при традиционной технологии выявлена прямая функциональная взаимосвязь масличности с содержанием нитратов в период всходов культуры.

При ресурсосберегающих технологиях взаимосвязь с регулируемыми факторами снижалась до средних значений.

Одним из главных показателей при возделывании подсолнечника является выход масла с единицы площади, который, как и урожайность находился в слабой прямой зависимости с масличностью семян. В свою очередь между выходом масла и урожайностью, по данным трёх-

летних исследований, установлена тесная взаимосвязь при коэффициенте корреляции равном 0,97-0,99.

В 2019 году выявлен наибольший выход масла за годы исследований. При этом максимальные значения установлены на вариантах с внесением сложных минеральных удобрениях, в том числе и прямом посеве (2, 5, 7) – 1,73-1,81 т/га, что математически доказуемо выше вариантов без внесения удобрений на 0,29-0,44 т/га (20,1-32,1 %).

В 2020 году преимущество по анализируемому показателю имели ресурсосберегающие технологии, которые увеличивали, по сравнению с традиционной сбор масла от незначительных до существенных значений на 0,03-0,16 т/га (3,6-19,8 %).

В 2021 году наибольший выход масла установлен на ресурсосберегающих технологиях с применением сложных удобрений – 0,95 т/га, что на 0,05-0,17 т/га (5,6-21,8 %) больше остальных технологий.

В среднем за годы исследований, несмотря на засушливые условия выявлено, что сложные минеральные удобрения существенно увеличивают выход масла, по сравнению с технологиями, где удобрения не вносились на 0,12-0,22 т/га (11,3-21,8 %). Применение прямого посева, способствуя снижению материальных затрат не снижало выход масла.

При корреляционном анализе выявлено, что выход масла, как и урожайность существенно зависели от погодных условий. При этом уста-

Таблица 2. Влияние различных технологий на выход масла (2019–2021 гг.), т/га

Варианты	Год			
	2019	2020	2021	среднее
1. Традиционная (контроль)	1,51	0,81	0,84	1,05
2. Контроль + удобрения	1,81	0,84	0,87	1,17
3. Ресурсосберегающая – фон;	1,37	0,87	0,78	1,01
4. Фон + биопрепарат	1,44	0,92	0,83	1,06
5. Прямой посев + удобрения	1,73	0,91	0,90	1,18
6. Фон + удобрения	1,68	0,97	0,95	1,20
7. Фон + удобрения + биопрепарат	1,76	0,97	0,95	1,23
НСР ₀₅	0,09	0,13	0,07	0,10

новлено, что на всех изучаемых технологиях наиболее критическими периодами, обеспечивающими сбор масла, оказались фазы цветения и налива маслосемян. При традиционной технологии выявлена значимая обратная связь выхода масла с температурой воздуха ($r=-0,99$) в фазе цветения, прямая с ГТК ($r=0,98$) и количеством осадков ($r=0,92$). В период налива маслосемян коэффициент корреляции с температурой воздуха составил $-0,85$. Кроме того в исследованиях установлена существенная связь урожайности с ГТК за вегетационный период культуры ($r=0,95$).

Применение ресурсосберегающих технологий и прямого посева, снижало связь выхода масла с температурой воздуха в фазу цветения, при значениях коэффициента от $-0,94$ до $-0,98$. Кроме этого установлена прямая тесная связь урожайности с ГТК ($r=0,86-0,88$), количеством осадков в фазу цветения ($r=0,75-0,82$). Коэффициент корреляции выхода масла с температурой воздуха в период налива маслосемян колебался от $-0,70$ до $-0,80$.

ВЫВОДЫ

Таким образом, масличность и выход масла из семян подсолнечника при низкой засорённости посевов в течение вегетации в наибольшей степени завесили от погодных условий.

В среднем за годы исследований выявлена высокая масличность семян гибрида П63ЛЕ10, которая не изменялась в зависимости от исследуемых вариантов, не зависела от урожайности семян и составила $48,2-49,2\%$.

Несмотря на засушливые условия в период исследований выявлено, что сложные минеральные удобрения существенно увеличивают не только урожайность, но и выход масла, по сравнению с технологиями, где удобрения не вносились на $0,12-0,22$ т/га ($11,3-21,8\%$). Применение прямого посева, способствуя снижению материальных затрат, не снижало выход масла.

На традиционной технологии установлена функциональная связь масличности семян с температурой воздуха и количеством осадков в период налива семян и за вегетационный период. Кроме того, выявлена аналогичная тесная связь показателя с количеством осадков за вневегетационный период.

При ресурсосберегающих технологиях без применения минеральных удобрений и прямого посева выявлена прямая функциональная связь масличности с количеством осадков за вневегетационный период.

На всех изучаемых технологиях наиболее критическими периодами, обеспечивающими сбор масла, оказались фазы цветения и налива маслосемян.

По данным исследований для получения высокой масличности семян и выхода масла реко-

мендуются технологии с применением прямого посева, или глубокого рыхления почвы, в зернопаропропашном севообороте, на фоне основного внесения сложных удобрений (азофоска 100 кг/га по физической массе), гибридов устойчивых к гербициду с действующим веществом Трибенурон-метил, посев сеялкой прямого посева Kuhn, а также оставлением соломы зерновых предшественников, в качестве органических удобрений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Солодовников, А.П. Агроэкологическая эффективность применения комплексного удобрения при возделывании гибрида подсолнечника по разным предшественникам на чернозёме обыкновенном / А.П. Солодовников, А.В. Летучий, В.С. Шалатов, Л.А. Гудова // Вестник Донского государственного аграрного университета. – 2022. – № 2(44). – С. 46-52.
2. Горянин О.И. Возделывание полевых культур в Среднем Заволжье: монография / О.И. Горянин – Самара, 2019. – 345 с. – ISBN 978-5-6043023-9-2.
3. Долгополова, Н.В. Урожайность и качество маслосемян подсолнечника в зависимости от условий минерального питания / Н.В. Долгополова, Е.В. Малышева, Б.М. Ковынов // Вестник Курской ГСХА. – 2021. – № 9. – С. 52-57.
4. Котлярова, Е.Г. Интегральный показатель совокупной агроэкономической эффективности на примере исследований подсолнечника / Е.Г. Котлярова, А.И. Титовская, Л.С. Титовская и др. // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2019. – № 6 (32). – С. 13-16. – DOI: 10.24411/25876740201916095.
5. Насиев, Б.Н. Влияние сроков посева на продуктивность и качество подсолнечника / Б.Н. Насиев, А. Есенгузина // Аграрная наука. – 2020. – №4. – С. 60-62. – DOI: 10.32634/0869-8155-2020-337-4-60-62.
6. Александрова, Н.Р. Перспективы развития регионального производства маслосемян подсолнечника / Н.Р. Александрова, А.К. Субаева, А.Р. Валиев и др. // Вестник Казанского ГАУ. – 2019. – Т.14. – №1 (52). – С. 113-119. – DOI: 10.12737/article_5ccedf732f21b7.08814536.
7. Дридигер, В.К. Экономическая эффективность технологий No-till в засушливой зоне Ставропольского края / В.К. Дридигер, А.Ф. Невечеря, И.Д. Токарев и др. // Земледелие. – 2017. – № 3. – С. 16-19.
8. Sunflower oil quality management based on statistical analysis of its indicators / N.L. Kleimenova, L.I. Nazina, I.N. Bolgova, M.V. Kopylov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Conference on Production and Processing of Agricultural Raw Materials (P2ARM 2021). 2022. P. 012089. DOI: 10.1088/1755-1315/1052/1/012089.

THE INFLUENCE OF TECHNOLOGIES ON THE OIL CONTENT AND YIELD OF SUNFLOWER OIL IN THE BLACK EARTH STEPPE OF THE VOLGA REGION

© 2023 O.I. Goryanin, B.J. Jangubaev

Samara Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences,
Samara Scientific Research Institute of Agriculture named after N.M. Tulaykov, Bezenchuk, Russia

Studies to assess the impact of resource-saving technologies on the oil content and yield of sunflower oil cultivated using the ExpressSun™ production system, in comparison with traditional technology, were carried out in 2019-2021 in the Samara region on ordinary chernozem. Two variants of traditional technology (with the introduction of complex fertilizers and without application), four variants of resource-saving technologies with loosening of the soil (without fertilizer, with the use of biologics and complex fertilizers), one variant with direct sowing were studied in the six-field grain-to-crop crop rotation for spring durum wheat. The high oil content of the seeds of the hybrid P63LE10 was revealed, which on average did not change for three years depending on the studied variants, did not depend on the seed yield and amounted to 48.2-49.2%. Complex mineral fertilizers significantly increased oil yield compared to technologies where fertilizers were not applied by 0.12-0.22 t/ha (11.3-21.8%). The use of direct sowing, contributing to the reduction of material costs, did not reduce the oil yield. In all the studied technologies, the most critical periods ensuring the collection of oil were the phases of flowering and filling of oil seeds. In order to obtain high oil content of seeds and oil yield, direct sowing technologies or deep loosening of the soil, hybrids resistant to herbicide with the active substance Tribenuron-methyl, sowing with a Kuhn direct sowing planter, as well as leaving straw of grain precursors as organic fertilizers are offered in grain crop rotation, against the background of the main application of complex fertilizers (azofoska).

Keywords: sunflower, yield, oil content, oil yield/

DOI: 10.37313/2782-6562-2023-2-1-24-28

EDN: UQDDER

REFERENCES

1. Solodovnikov, A.P. Agroekologicheskaya effektivnost' primeneniya kompleksnogo udobreniya pri vozdeleyanii gibrida podsolnechnika po raznym predshestvennikam na chernozyome obyknovennom / A.P. Solodovnikov, A.V. Letuchij, V.S. Shalotov, L.A. Gudova // Vestnik Donskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2022. – № 2(44). – S. 46-52.
2. Goryanin O.I. Vozdeleyanie polevyh kul'tur v Srednem Zavolzh'e: monografiya / O.I. Goryanin – Samara, 2019. – 345 s. – ISBN 978-5-6043023-9-2.
3. Dolgoplova, N.V. Urozhajnost' i kachestvo maslosemyan podsolnechnika v zavisimosti ot uslovij mineral'nogo pitaniya / N.V. Dolgoplova, E.V. Malysheva, B.M. Kovynov // Vestnik Kurskoj GSKHA. – 2021. – № 9. – S. 52-57.
4. Kotlyarova, E.G. Integral'nyj pokazatel' sovokupnoj agroekonomicheskoy effektivnosti na primere issledovaniy podsolnechnika / E.G. Kotlyarova, A.I. Titovskaya, L.S. Titovskaya i dr. // Mezhdunarodnyj sel'skohozyajstvennyj zhurnal. – 2019. – № 6 (32). – S. 13-16. – DOI: 10.24411/25876740201916095.
5. Nasiev, B.N. Vliyanie srokov poseva na produktivnost' i kachestvo podsolnechnika / B.N. Nasiev, A. Esenguzhina // Agrarnaya nauka. – 2020. – №4. – S. 60-62. – DOI: 10.32634/0869-8155-2020-337-4-60-62.
6. Aleksandrova, N.R. Perspektivy razvitiya regional'nogo proizvodstva maslosemyan podsolnechnika / N.R. Aleksandrova, A.K. Subaeva, A.R. Valiev i dr. // Vestnik Kazanskogo GAU. – 2019. – T.14, – №1 (52). – S. 113-119. – DOI: 10.12737/articl_e_5ccedf732f21b7.08814536.
7. Dridiger, V.K. Ekonomicheskaya effektivnost' tekhnologij No-till v zasushlivoj zone Stavropol'skogo kraja / V.K. Dridiger, A.F. Nevecherya, I.D. Tokarev i dr. // Zemledelie. – 2017. – № 3. – S. 16-19.
8. Sunflower oil quality management based on statistical analysis of its indicators / N.L. Kleimenova, L.I. Nazina, I.N. Bolgova, M.V. Kopylov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Conference on Production and Processing of Agricultural Raw Materials (P2ARM 2021). 2022. P. 012089. DOI: 10.1088/1755-1315/1052/1/012089.

Oleg Goryanin, Doctor of Agricultural Sciences, Chief Researcher of the Department of Agriculture and New Technologies. E-mail: samnniish@mail.ru
Baurzhan Jangubaev, Senior Researcher of the Department of Agriculture and New Technologies.
E-mail: samnniish@mail.ru