

УДК 631.53.041 : 631.816.1 : 631.584.4

**АБИОТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ МЕЖФАЗНЫХ ПЕРИОДОВ
ЯРОВОГО РАПСА В ТЕХНОЛОГИИ ПРЯМОГО ПОСЕВА В УСЛОВИЯХ
ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

© 2025 А.Л. Тойгильдин, А.С. Кузин

Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени Н.С. Немцева – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук

Статья поступила в редакцию 12.04.2025

В статье представлены результаты исследований реакции посевов ярового рапса - продолжительности межфазных периодов и ее урожайности на абиотические факторы при возделывании по технологии прямого посева. Исследования показали, что продолжительность межфазных периодов ярового рапса имели прямую связь ($r = 0,963...0,985$) со среднесуточной температурой воздуха и прямую с суммой осадков ($r = 0,978...0,990$). Так же условлено, что урожайностью яровой рапс имел прямую и высокую связь ($r = 0,801...0,920$) с продолжительностью вегетации.

Ключевые слова: рапс яровой, прямой посев, абиотические факторы, температурный режим, межфазные периоды, корреляционно-регрессионный анализ.

DOI: 10.37313/2782-6562-2025-4-4-35-38

EDN: BLOFRW

АКТУАЛЬНОСТЬ

Рапс яровой, является известной сельскохозяйственной культурой, которая в мировом сельском хозяйстве занимает прочные позиции как одна из основных масличных культур.

Ценность семян рапса определяется в основном содержанием в них до 40-48 % масла и до 21-33 % белка, имеющих важное пищевое и кормовое значение.

С агрономической точки зрения рапс имеет достоинства как сидеральная культура и как хороший предшественник для зерновых культур. Рапс имеет многофункциональное агротехническое и экологическое значение в растениеводстве и за счет своих фитосанитарных свойств, является важным фактором его биологизации и экономической эффективности.

С учетом биологических особенностей культуры посевы рапса ярового расширяются и сегодня в России его возделывают практически во всех регионах.

В мировой практике для воспроизводства плодородия почвы, предотвращения эрозионных процессов и снижения отрицательных последствий интенсивного земледелия внедряют различные варианты систем земледелия, среди которых можно выделить технологию прямого посева. Технология прямого сева позволяет сократить количество операций, необходимых при выращивании сельскохозяйственных культур, существенно уменьшает расход горюче-смазочных материалов, затрат труда, что значительно снижает себестоимость производимой продукции.

Общеизвестно, что продуктивность культур определяется комплексом условий, среди которых существенное влияние оказывают температурный режим и осадки, а также другие абиотические факторы, в связи с чем возникает необходимость проведения их количественной оценки и изучением их влияния на продолжительность межфазных периодов ярового рапса.

Цель исследований - изучить особенности изменения продолжительности межфазных периодов ярового рапса под влиянием абиотических факторов на фоне минеральных удобрений и промежуточных культур в технологии прямого посева.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводились на стационарном полевом опыте по теме «Разработка и обоснование элементов технологии прямого посева полевых культур в условиях Среднего Поволжья» на кафедре земледелия, растениеводства и селекции ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ в период с 2023 по 2024 год. Рапс яровой возделывался в севообороте со следующей схемой: яровой рапс – озимая пшеница

*Тойгильдин А.Л.,
Кузин А.С.*

– соя – яровая пшеница – гречиха – ячмень. Под рапс применялись следующие фоны удобрений (Фактор А): 1. Без удобрений; 2. $N_{40}P_{15}K_{23}S_2$ (комплексные удобрения NPK(S) - 8:19:29(3)+0,2Zn - 80 кг/га) 3. $N_{80}P_{30}K_{46}S_5$ (комплексные удобрения NPK(S) - 8:19:29(3)+0,2Zn - 160 кг/га).

В севообороте после уборки зерновых культур (озимая пшеница, яровая пшеница, ячмень) производился посев промежуточных культур на сидераты (Фактор В): 1. Без промежуточных культур 2. Смесь яровых культур (вика яровая + чечевица + овес + сорго-суданский гибрид + редька + дайкон + лен + фацелия - 13,9 кг/га) 3. Смесь озимых культур (озимая пшеница + озимая вика – 25 кг/га).

При обосновании смесей использовался способ подбора почвопокровных культур, и расчет норм высева смеси по О.Л. Томашовой.

Повторность опыта 3-кратная, размещение делянок систематическое методом наложения. Размер делянок первого порядка 648 м² (36*18), второго - 216 м² (12*18). Севооборот развернут в пространстве на 6 блоках по количеству полей. Исследования проводились по общепринятым методикам.

В период проведения исследований (2023-2024 гг.) существенно отличались по количеству осадков и температурному режиму. В 2023 г. в течение вегетации ярового рапса отмечалась засушливость: сумма осадков за май-июль составила 83,2 мм при среднесуточной температуре воздуха – май – 15,6, июнь – 16,3°С и июль – 21,3 °С и ГТК = 0,51 ед. В 2024 году сложились более благоприятные условия: за май-июль выпало 145,6 мм осадков, а ГТК за данный период составил 0,89 ед.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Продолжительность межфазных периодов определяется сортовыми особенностями культур и условиями их возделывания и, как правило, связано с уровнем продуктивности – чем длиннее период вегетации, тем она выше. Яровой рапс сорта Абилити, изучаемый в опытах, относится к раннеспелым сортам с периодом вегетации до 99 дней. Согласно нашим исследованиям продолжительность вегетации определялась погодными условиями и изменялась от 96-102 дней в 2023 году до 114-117 дней в 2024 году.

Кроме того, продолжительность межфазных периодов определялась нормами вносимых минеральных удобрений при посеве культуры. Как показали исследования минеральные удобрения удлиняли период «посев-всходы» и в дальнейшем период вегетации в целом. Данный факт объясняется тем, что системы удобрения применяются в севообороте и имеют накопительный эффект. На вариантах с удобрениями продуктивность культур была выше, после уборки накапливалось больше растительных остатков, в результате чего снижалась температура почвы, что сказывалось на сроках появления всходов особенно в условиях относительно низких температур воздуха.

В среднем за два года продолжительность вегетации ярового рапса с удобрениями увеличивалась на 1-3 дня в сравнении с не удобрённым фоном (таблица 1).

Таблица 1. Продолжительность межфазных периодов ярового рапса в зависимости от внесения удобрений и промежуточных культур, 2023-2024 гг., дней

| Удобрения | Промежуточные культуры | Период | | | |
|-------------------------|------------------------|----------------|------------------|---------------------------|-------------------------|
| | | Посев - всходы | Посев - цветение | Посев - молочная спелость | Посев - полная спелость |
| Без удобрений | Без ПК | 14 | 47 | 90 | 108 |
| | Яровые ПК | 15 | 48 | 91 | 109 |
| | Озимые ПК | 15 | 48 | 91 | 109 |
| $N_{40}P_{15}K_{23}S_2$ | Без ПК | 15 | 48 | 92 | 109 |
| | Яровые ПК | 16 | 49 | 93 | 110 |
| | Озимые ПК | 17 | 49 | 93 | 110 |
| $N_{80}P_{30}K_{46}S_5$ | Без ПК | 17 | 50 | 94 | 112 |
| | Яровые ПК | 17 | 50 | 94 | 112 |
| | Озимые ПК | 17 | 50 | 95 | 112 |

Так же нами установлено увеличение вегетационного периода при посеве после уборки предшествующего ячменя смеси промежуточных культур на 1-2 дня, что также объясняется более поздним появлением всходов по фону с большим количеством растительных остатков, т.к. промежуточные культуры формировали дополнительный мульчирующий слой.

Посредством корреляционно-регрессионных анализов выявлены связи между продолжительностью межфазных периодов и абиотическими факторами, оказывающими влияние в течение вегетации (таблица 2).

Таблица 2. Коэффициенты корреляции и зависимости продолжительности периода вегетации ярового рапса от абиотических факторов, 2023-2024 гг.

| Показатели | Коэффициент корреляции | Степень и характер зависимости | Уравнение регрессии |
|---------------------------|------------------------|--------------------------------|------------------------|
| Посев – всходы | | | |
| t °C | 0,985 | высокая, прямая | $y = 0,349x + 8,03$ |
| Σt °C | 0,506 | средняя, обратная | $y = -1,693x + 182,29$ |
| Σ осадков, мм | 0,978 | высокая, обратная | $y = -0,842x + 18,49$ |
| Посев – цветение | | | |
| t °C | 0,983 | высокая, прямая | $y = 0,312x + 3,87$ |
| Σt °C | 0,876 | высокая, прямая | $y = 4,326x + 960,67$ |
| Σ осадков, мм | 0,980 | высокая, обратная | $y = -0,737x + 40,74$ |
| Посев – молочная спелость | | | |
| t °C | 0,980 | высокая, прямая | $y = 0,167x + 3,64$ |
| Σt °C | 0,974 | высокая, прямая | $y = 5,953x + 1026$ |
| Σ осадков, мм | 0,982 | высокая, прямая | $y = 4,233x - 288,83$ |
| Посев – полная спелость | | | |
| t °C | 0,963 | высокая, прямая | $y = 0,035x + 15,14$ |
| Σt °C | 0,989 | высокая, прямая | $y = 5,548x + 1633,6$ |
| Σ осадков, мм | 0,990 | высокая, прямая | $y = 6,778x - 574,64$ |

Установлено, что с повышением среднесуточной температуры воздуха сокращалась продолжительность вегетации ярового рапса, т.е. с уменьшением температуры темпы развития растений замедлялись, продолжительность вегетации возрастала, при этом во все периоды связь характеризовалась как высокая ($r = 0,963...0,985$).

Анализ зависимости длины межфазных периодов рапса от количества выпавших осадков, показал, что с увеличением их количества возрастал период вегетации посевов. При этом зависимость оставалась высокой на протяжении всей вегетации ($r = 0,978...0,990$).

В целом продолжительность вегетации ярового рапса находилась в прямой зависимости от суммы положительных температур воздуха, однако период «посев–всходы» имел обратную зависимость, что объясняется высоким температурным режимом в указанный период в 2023 году.

В сложившихся условиях была получена следующая урожайность ярового рапса: от 0,98-2,08 т/га в 2023 году до 0,82-1,61 т/га в 2024 г. Оценка влияния минеральных удобрений показала, что на фоне $N_{40}P_{15}K_{25}S_2$ (80 кг/га) урожайность возросла на 0,32 т/га или на 23% в сравнении с контролем. При повышении нормы внесения удобрений до $N_{80}P_{30}K_{46}S_5$ (160 кг/га) урожайность возрастала на 0,64 т/га или 37,4 % по отношению к контролю. Так же выявлено положительное действие на урожайность рапса промежуточных культур. В среднем после смеси яровых культур прибавка составила 0,12 т/га или 8,3%, а после смеси озимых культур – 0,09 т/га или 6,4%.

Корреляционно-регрессионный анализ показал, что величина урожайности рапса ярового имела прямую сильную связь с продолжительностью вегетации культуры, а коэффициент корреляции изменялся по годам от 0,801 (2024 г.) до 0,920 (2023 г.).

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

В условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья продолжительность вегетации ярового рапса на прямом посеве определялась среднесуточной температурой воздуха – при повышении температуры воздуха период вегетации укорачивался, связь характеризовалась как прямая сильная при $r = 0,963$. Количество выпавших осадков имело прямое и высокое влияние на продолжительность межфазных периодов и длину вегетации, что характеризовалось коэффициентами корреляции $r = 0,978$.

Выявлено, что на прямом посеве применение удобрений удлиняло период вегетации рапса 1-3 дня, а использование промежуточных культур на сидераты - на 1-2 дня.

На урожайность рапса оказывали влияние погодные условия, удобрения и промежуточные культуры. Под влиянием указанных факторов изменялась длина вегетации. Связь между урожайностью рапса и длиной вегетации характеризовалась как прямая и высокая ($r = 0,801...0,920$).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Томашова О.Л.* Способ подбора почвопокровных культур и расчет норм высева // Патент РФ № RU2781776С, 18.10.2022.
2. Методические рекомендации по разработке минимальных систем обработки почвы и прямого посева / В. И. Кирюшин, В. К. Дридигер, А. Н. Власенко и др.. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Российская академия наук, Почвенный институт имени В.В. Докучаева, Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр. – М.: Издательство МБА, 2019. – 136 с. – ISBN 978-5-6043225-2-9.
3. *Дридигер, В. К.* Особенности проведения научных исследований по минимизации обработки почвы и прямому посеву / В. К. Дридигер. – Ставрополь: Ставрополь-Сервис-Школа, 2020. – 69 с.
4. *Шпанев, А. М.* Влияние абиотических и антропогенных факторов на формирование урожайности ярового рапса на северо-западе Российской Федерации / А. М. Шпанев, В. В. Смук // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2022. – № 3(23). – С.351-359. – <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.3.351-359>.
5. *Артемьев, А.А.* Оптимизация минерального питания ярового рапса в условиях лесостепи Поволжья / А.А. Артемьев // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2018. – № 4(364). – С. 35-37. – DOI: 10.24411/2587-6740-2018-14058.

ABIOTIC FACTORS AND THE DURATION OF INTERPHASE PERIODS IN SPRING RAPE USING DIRECT SEEDING IN THE FOREST-STEPPE ZONE OF THE MIDDLE VOLGA REGION

© 2025 A.L. Toygildin, A.S. Kuzin

The Ulyanovsk Research Institute of Agriculture named after N.S. Nemtsev –
a branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution
Samara Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences.

This article presents the results of a study examining the response of spring rapeseed crops—the duration of interphase periods and their yield—to abiotic factors when cultivated using direct seeding. Studies have shown that the duration of interphase periods in spring rapeseed was directly correlated ($r = 0.963-0.985$) with average daily air temperature and directly with precipitation totals ($r = 0.978-0.990$). Spring rapeseed yield was also strongly and directly correlated ($r = 0.801-0.920$) with the duration of the growing season.

Keywords: spring rapeseed, direct seeding, abiotic factors, temperature regime, interphase periods, correlation and regression analysis.

DOI: 10.37313/2782-6562-2025-4-4-35-38

EDN: BLOFRW

REFERENCES

1. *Tomashova O.L.* Sposob podbora pochvopokrovnyh kul'tur i raschet norm vyseva // Patent RF № RU2781776С, 18.10.2022.
2. Metodicheskie rekomendacii po razrabotke minimal'nyh sistem obrabotki pochvy i pryamogo poseva / V. I. Kiryushin, V. K. Dridiger, A. N. Vlasenko i dr.. Ministerstvo nauki i vysshego obrazovaniya Rossijskoj Federacii, Rossijskaya akademiya nauk, Pochvennyj institut imeni V.V. Dokuchaeva, Severo-Kavkazskij federal'nyj nauchnyj agrarnyj centr. – М.: Izdatel'stvo MBA, 2019. – 136 s. – ISBN 978-5-6043225-2-9.
3. *Dridiger, V. K.* Osobennosti provedeniya nauchnyh issledovanij po minimizacii obrabotki pochvy i pryamomu posevu / V. K. Dridiger. – Stavropol': Stavropol'-Servis-Shkola, 2020. – 69 s.
4. *Shpanev, A. M.* Vliyanie abioticheskikh i antropogennyh faktorov na formirovanie urozhajnosti yarovogo rapsa na severo-zapade Ros-sijskoj Federacii / A. M. Shpanev, V. V. Smuk // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. – 2022. – № 3(23). – С.351-359. – <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.3.351-359>.
5. *Artem'ev, A.A.* Optimizaciya mineral'nogo pitaniya yarovogo rapsa v usloviyah lesostepi Povolzh'ya / A.A. Artem'ev // Mezhdunarodnyj sel'skohozyajstvennyj zhurnal. – 2018. – № 4(364). – С. 35-37. – DOI: 10.24411/2587-6740-2018-14058.