

Захаров В.Л., Зубкова Т.В., Шубкин С.Ю., Виноградов Д.В., Балабко П.Н.
Значение подтипа почвы и силы роста подвоя для экономической эффективности производства
плодов яблони в Тамбовской области

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
=====

УДК 332.15: 634.1.076

**Значение подтипа почвы и силы роста подвоя для экономической
эффективности производства плодов яблони в Тамбовской области**

Захаров В.Л.¹, Зубкова Т.В.¹, Шубкин С.Ю.¹, Виноградов Д.В.^{2,3}, Балабко П.Н.²

¹Елецкий государственный университет имени И.А. Бунина

²Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

³Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева

Аннотация

В условиях севера Тамбовской области изучалось влияние подтипа почвы на урожайность яблони. Смена подтипа почвы в этих условиях при выращивании яблони может привести к увеличению или уменьшению урожайности яблони и уровня рентабельности производства плодов в 2 раза. Переход от полукарликовых к среднерослым подвоям яблони при условии удачного сочетания подтипа почвы с подвоем приводит к увеличению прямых затрат и снижению уровня рентабельности в 2 раза. Выращивание яблони на подвое 62–396 в условиях северной части Тамбовской области наиболее рентабельно при размещении деревьев на чернозёме выщелоченном и лугово-чернозёмной почве (рентабельность – 84,7...145,3 %). Возделывание яблони на подвое 54–118 в условиях севера Тамбовской области наиболее рентабельно при размещении деревьев на чернозёме оподзоленном и серой лесной почве (рентабельность – 59,8...142,7 %). Производство плодов яблони на среднерослых подвоях 54–118 при условии их размещения на переувлажняемых чернозёмно-луговых почвах малорентабельно или убыточно.

Ключевые слова: ЯБЛОНИ, СОРТ, ПОЧВА, ПОДВОЙ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ, УРОЖАЙНОСТЬ

Захаров В.Л., Зубкова Т.В., Шубкин С.Ю., Виноградов Д.В., Балабко П.Н.
Значение подтипа почвы и силы роста подвоя для экономической эффективности производства
плодов яблони в Тамбовской области

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
=====

Введение

В современных условиях расширения площадей под плодовыми культурами стабильная экономика любой отрасли садоводства остаётся первостепенной задачей [1]. Экономическая эффективность выращивания плодов яблони во многом зависит от наличия в хозяйстве современных хранилищ [2, 3]. В условиях Ростовской области применение фертигации в слаборослых садах снизило себестоимость яблок и в 1,5 раза повысило рентабельность производства [4]. Экономически обоснована фертигация и для сильнорослых садов [5, 6]. В Республике Беларусь этот приём снизил рыночное качество плодов, поэтому для каждого подвоя яблони имеется свой экономический оптимум плотности посадки [7-9]. За счёт внесения навоза и минеральных удобрений в Китае повышали урожайность на 38 %, а рентабельность производства – на 111 % [10, 11]. Укорачивание однолетних приростов также повышало рентабельность производства яблок. В Таджикистане за счёт уплотнения посадок яблони удалось понизить себестоимость плодов [12]. В Кабардино-Балкарской Республике чистый доход при суперинтенсивном типе яблоневого сада на шпалере с орошением был в 1,5 раза выше, чем при интенсивном типе без орошения и шпалеры [13]. В Болгарии разработана ресурсосберегающая технология выращивания яблони, позволившая повысить рентабельность в 1,5 раза. По нашим данным мульчирование приствольных полос яблоневого сада на слаборослых подвоях увеличивает в 2,8 раза рентабельность производства плодов, а вот известкование почвы даже в малых дозах (2/3 от гидролитической кислотности) через снижение урожайности приводит к падению уровня рентабельности. Причём с увеличением дозы извести рентабельность неизбежно снижается [14-17]. Внесение удобрений снижают экологичность и увеличивают нагрузку на окружающую среду, в том числе почву [18-22]. В плодородческих хозяйствах Тамбовской области было установлено, что разница в рентабельности производства плодов яблони между подтипами почв может достигать 10-кратной величины, а на чернозёмно-луговых и чернозёмно-влажно-луговых почвах возделывание яблони и вовсе убыточно [23, 15]. Развитие отрасли плодородства – важный вопрос в системе импортозамещения в АПК [24-28].

Захаров В.Л., Зубкова Т.В., Шубкин С.Ю., Виноградов Д.В., Балабко П.Н.
Значение подтипа почвы и силы роста подвоя для экономической эффективности производства
плодов яблони в Тамбовской области

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
=====

Цель исследования – установить в пределах одного хозяйства насколько могут варьировать прямые затраты и рентабельность в зависимости от силы роста подвоя яблони, её урожайности, подтипа почвы и цены реализации плодов.

Методика исследований

Исследования проводились в 2015–2018 гг. в ФГУП «Мичуринское» (ранее опытно-производственное хозяйство Всероссийского научно-исследовательского института садоводства (ОПХ ВНИИС) им. И.В. Мичурина) Мичуринского района Тамбовской области. В годы исследований в садообороте хозяйств имелось 13 га под чернозёмом выщелоченным, 61 га под чернозёмом оподзоленным, 192 га под лугово-чернозёмными почвами, 19 га под чернозёмно-луговыми и 45 га под серыми лесными почвами. Схема размещения деревьев на подвое 62-396 – 5х3 м, деревьев на подвое 54-118 – 6х4 м. Хозяйство проводило реализацию яблок сортов Мелба и Жигулёвское по цене 2300 руб. за 1 ц, а сортов Лобо, Синап Орловский и Уэлси – по цене 3000 руб./ц. Годовые полные затраты складывались из затрат на зарплату рабочих, горюче-смазочные материалы, обработку почвы в междурядьях, опрыскивание деревьев от вредителей и болезней, обрезку деревьев, съём и транспортировку урожая. Почвы хозяйств преимущественно среднесуглинистые. Система содержания междурядий – чёрный пар: весеннее зубовое боронование на 3–5 см и 5-6-кратная обработка на 10-12 см в течение лета, заключающаяся в чередовании культиваций и дисковых боронований; 1 раз в 4 года проводилась осенняя отвальная вспашка на 30-40 см. На каждом из рассматриваемых подтипов почв было по 24 учетных дерева (по 6 в блоке). Число блоков – 4. Расположение блоков – рендомизированное. Учёты урожайности проводили в фазе съёмной зрелости плодов поквартально по программно-методическим рекомендациям Ю.А. Маркова [12]. При изучении особенностей размещения корней в почвенных слоях использовался метод среза [2]. По инструкции ЦИНАО на базе научно-исследовательской агрохимической лаборатории ЕГУ им. И.А. Бунина выполнены агрохимические анализы почвы [5], по результатам которых проведена бонитировка почв [14]. Расчёт экономической эффективности проводили по методике И.А. Минакова [16]. Бонитет почв составлял (баллы): чернозём выщелоченный – 78, чернозём оподзоленный – 75, лугово-чернозёмные – 76, чернозёмно-луговые – 70, серые лесные – 65.

Результаты исследований

В ходе исследований было установлено, что весной под влиянием близости грунтовых вод черноземно-луговые почвы медленнее просыхают и прогреваются, их физическая спелость наступает намного позже. В связи с этим срок полного цветения яблони на 2–3 дня наступает позже, чем на остальных почвах. Летом, когда уровень грунтовых вод низкий, влияние почвы на дерево происходит через свойства гумусовых горизонтов. Корневая система деревьев яблони на полукарликовом подвое 62–396 в основном сосредоточена как раз в гумусовых горизонтах почв. Поэтому на почвах с более высоким бонитетом (более богатых гумусом, азотом, фосфором и калием, более рыхлых, оструктуренных и влагоёмких почвах – чернозёме выщелоченном и лугово-чернозёмной) яблоня на этом подвое активнее растёт и плодоносит. Корневая система, освоив весь гумусовый горизонт почвы, позволяет в полной мере реализовать сортовой потенциал дерева. Рост урожайности приводил к повышению уровня рентабельности производства плодов яблони (табл. 1).

Таблица 1. Экономическая эффективность производства плодов яблони на подвое 62–396 в зависимости от типа почвы ФГУП «Мичуринское» (2015–2018 гг. Схема посадки 5х3 м. Возраст деревьев 25-29 лет)

Тип почвы	Сорт	Урожайность, ц/га	Стоимость валовой продукции, тыс. руб.	Прямые затраты, тыс. руб.	Чистый доход, тыс. руб.	Уровень рентабельности, %
Чернозём оподзоленный	Лобо	78,3	234,9	111,8	123,1	110,1
	Синап Орл.	70,0	210,0	109,5	100,5	91,8
	Жигулёвское	95,5	219,7	120,1	99,6	82,9
	Мелба	70,9	163,1	110,0	53,1	48,3
	Уэлси	87,0	261,0	115,4	145,6	126,2
Чернозём выщелоченн.	Лобо	90,5	271,5	118,5	153,0	129,1
	Синап Орл.	100,5	301,5	145,1	156,4	107,8
	Жигулёвское	174,0	400,2	181,1	219,1	121,0
	Мелба	100,4	230,9	125,0	105,9	84,7
	Уэлси	105,0	315,0	150,5	164,5	109,3
Лугово-чернозёмная	Лобо	84,0	252,0	112,0	140,0	125,0
	Синап Орл.	70,0	210,0	109,5	100,5	91,8
	Жигулёвское	200,0	460,0	187,5	272,5	145,3
	Мелба	75,0	172,5	111,0	61,5	55,4
	Уэлси	75,0	225,0	111,0	114,0	102,7

Захаров В.Л., Зубкова Т.В., Шубкин С.Ю., Виноградов Д.В., Балабко П.Н.
Значение подтипа почвы и силы роста подвоя для экономической эффективности производства
плодов яблони в Тамбовской области

**Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»**

Тип почвы	Сорт	Урожайность, ц/га	Стоимость валовой продукции, тыс. руб.	Прямые затраты, тыс. руб.	Чистый доход, тыс. руб.	Уровень рентабельности, %
Чернозёмно-луговая	Лобо	57,0	171,0	102,9	68,1	66,2
	Синап Орл.	54,0	162,0	100,6	61,4	61,0
	Жигулёвское	156,0	358,8	178,4	180,4	101,1
	Мелба	60,0	138,0	105,2	32,8	31,2
	Уэлси	60,0	180,0	105,2	74,8	71,1
Серая лесная	Лобо	70,4	211,2	109,9	101,3	92,2
	Синап Орл.	60,0	180,0	105,2	74,8	71,1
	Жигулёвское	100,0	230,0	121,0	109,0	90,1
	Мелба	68,0	156,4	109,1	47,3	43,4
	Уэлси	70,0	210,0	109,5	100,5	91,8
НСР ₀₅		5,9				

Выращивание яблони на подвое 62–396 в условиях северной части Тамбовской области наиболее рентабельно при размещении деревьев на чернозёме выщелоченном и лугово-чернозёмной почве. Уровень рентабельности здесь составлял 84,7–145,3 %. Выпады деревьев на чернозёмно-луговой почве составляли до 20 %, на остальных почвах – не более 5 %.

Корневая система деревьев на среднерослом подвое 54–118 ведёт себя несколько иначе. Поскольку она имеет большую силу роста, чем у подвоя 62–396, то стремится проникнуть намного глубже, чем расположен гумусовый горизонт почв. Преградой для этих корней является плотный карбонатный горизонт, в котором новообразования представлены в виде журавчиков. Ещё одной намного более серьёзной преградой для роста корней подвоя 54–118 является уровень грунтовых вод и верхняя граница оглеенного горизонта, в котором закисные формы железа (FeO) являются токсичными для мелких активных корней диаметром до 2 мм. Оподзоленность и кислая реакция почв наоборот способствует повышению урожайности яблони на среднерослых подвоях. Именно поэтому урожайность яблони, привитой на подвое 54–118 на почвах со сравнительно низким бонитетом – чернозёмах оподзоленных и серых лесных (с очень глубоким уровнем карбонатов (более 3 м), либо их полным отсутствием) существенно выше, чем при росте на чернозёмах выщелоченных и лугово-чернозёмных почвах (см. табл. 2).

Захаров В.Л., Зубкова Т.В., Шубкин С.Ю., Виноградов Д.В., Балабко П.Н.
 Значение подтипа почвы и силы роста подвоя для экономической эффективности производства
 плодов яблони в Тамбовской области

**Электронный научно-производственный журнал
 «АгроЭкоИнфо»**

Таблица 2. Экономическая эффективность производства плодов яблони на подвое 54–118 в зависимости от типа почвы ФГУП «Мичуринское» (2015-2018 гг. Схема посадки 6x4 м. Возраст деревьев 25-29 лет)

Тип почвы	Сорт	Урожайность, ц/га	Стоимость валовой продукции, тыс. руб.	Прямые затраты, тыс. руб.	Чистый доход, тыс. руб.	Уровень рентабельности, %
Чернозём оподзоленный	Лобо	145,2	435,6	222,5	213,1	95,8
	Синап Орл.	165,0	495,0	224,1	270,9	120,9
	Жигулёвское	196,8	452,6	223,1	229,5	102,9
	Мелба	190,5	438,2	222,7	215,5	96,8
	Уэлси	182,0	546,0	225,0	321,0	142,7
Чернозём выщелоченный	Лобо	100,6	301,8	188,0	113,8	60,5
	Синап Орл.	140,0	420,0	222,1	197,9	89,1
	Жигулёвское	191,3	440,0	222,8	217,2	97,5
	Мелба	153,0	351,9	197,0	154,9	78,6
	Уэлси	140,2	420,6	222,3	198,3	89,2
Лугово-чернозёмная	Лобо	75,0	225,0	140,5	84,5	60,1
	Синап Орл.	42,0	126,0	90,1	35,9	39,8
	Жигулёвское	145,0	333,5	195,5	138,0	70,6
	Мелба	62,0	142,6	98,4	44,2	44,9
	Уэлси	72,3	216,9	140,0	76,9	54,9
Чернозёмно-луговая	Лобо	20,0	60,0	119,0	-59,0	-49,6
	Синап Орл.	18,0	54,0	118,8	-64,4	-54,5
	Жигулёвское	90,0	207,0	120,1	86,9	72,4
	Мелба	35,6	81,9	86,0	-4,1	-4,8
	Уэлси	33,0	99,0	85,7	13,3	15,5
Серая лесная	Лобо	121,0	363,0	221,8	141,2	63,7
	Синап Орл.	150,0	450,0	223,0	227,0	101,8
	Жигулёвское	194,0	446,2	222,9	223,3	100,2
	Мелба	154,0	354,2	221,6	132,6	59,8
	Уэлси	158,4	475,2	223,5	251,7	112,6
НСР ₀₅		7,0				

Полные затраты на производство плодов яблони были выше при возделывании яблони на подвое 54–118, чем на подвое 62–396. Это объясняется тем, что урожайность плодов была выше на более сильнорослых деревьях (54–118) и соответственно больше уходило затрат на уборку урожая. Кроме того, на опрыскивание более высокорослых деревьев уходит больше препаратов. Обрезка таких деревьев также более трудоёмка (см. табл. 2).

Это объясняется тем, что яблоня исторически возникла в лесных фитоценозах, где почвы всегда оподзоленные, кислые (рН_{KCl} до 4,3) и более населены почвенными грибами,

Захаров В.Л., Зубкова Т.В., Шубкин С.Ю., Виноградов Д.В., Балабко П.Н.
Значение подтипа почвы и силы роста подвоя для экономической эффективности производства
плодов яблони в Тамбовской области

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
=====

чем остальные типы почв. Корневая система деревьев яблони на среднерослом подвое 54–118 при контакте с грунтовыми водами сильнее страдает, чем корни подвоя 62-396. Выращивание яблони на подвое 54–118 в условиях севера Тамбовской области наиболее рентабельно при размещении деревьев на чернозёме оподзоленном и серой лесной почве. Рентабельность здесь колебалась от 59,8 до 142,7 %. Возделывание яблони на среднерослых подвоях 54–118 при условии их размещения на переувлажняемых чернозёмно-луговых почвах малорентабельно или убыточно. Выпады деревьев на чернозёмно-луговой почве составляли до 30 %, на остальных почвах – не более 5 %.

Заключение

Смена подтипа почвы в условиях севера Тамбовской области при выращивании яблони может привести к увеличению или уменьшению урожайности яблони и уровня рентабельности производства плодов в 2 раза.

Переход от полукарликовых к среднерослым подвоям яблони при условии удачного сочетания подтипа почвы с подвоем приводит к увеличению прямых затрат и снижению уровня рентабельности в 2 раза.

Выращивание яблони на подвое 62–396 в условиях северной части Тамбовской области наиболее рентабельно при размещении деревьев на чернозёме выщелоченном и лугово-чернозёмной почве (рентабельность – 84,7...145,3 %).

Возделывание яблони на подвое 54–118 в условиях севера Тамбовской области наиболее рентабельно при размещении деревьев на чернозёме оподзоленном и серой лесной почве (рентабельность – 59,8...142,7 %).

Производство плодов яблони на среднерослых подвоях 54–118 при условии их размещения на переувлажняемых чернозёмно-луговых почвах малорентабельно или убыточно.

Список использованных источников

1. Захаров В.Л., Пугачёв Г.Н. Доступные способы оптимизации почвенных свойств в яблоневых садах // Агропромышленные технологии Центральной России. – 2020. – № 2(16). – С. 41–63.

Захаров В.Л., Зубкова Т.В., Шубкин С.Ю., Виноградов Д.В., Балабко П.Н.
 Значение подтипа почвы и силы роста подвоя для экономической эффективности производства
 плодов яблони в Тамбовской области

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
 =====

2. Гулидова В.А., Зубкова Т.В. Технохимический контроль растениеводческой продукции // Елец, 2020. 74с.
3. Кириченко А.В., Макаров И.В., Рощанина Ж.В. Эффективность возделывания яблони в садах промышленного типа // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2014. – № 1(13). – С. 180–188.
4. Куликов И.М., Хроменко В.В., Воробьёв В.Ф. Технологические затраты, экономическая эффективность и перспективы модернизации технологии выращивания плодовых культур // Садоводство и виноградарство. – 2013. – № 6. – С. 3–9.
5. Захаров В.Л. Экономическая эффективность производства плодов яблони в зависимости от типа почвы Тамбовской области // Путь модернизации России: партнёрство государства, бизнеса и кооперации: матер. междунар. науч.-практ. конф. в рамках ежегодных Чаяновских чтений. Часть 1. – Москва, 2011. – С. 233–236.
6. Велибекова Л.А., Магомедгаджиев Ш.М. Технологические и экономические аспекты развития интенсивного садоводства в России // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2020. – № 9. – С. 28–36.
7. Казакевич Л.А., Виноградов Д.В. Рациональное использование земельных ресурсов сельскохозяйственными организациями // В сб.: Формирование организационно-экономических условий эффективного функционирования АПК. X Межд. научно-практ. конф. Минск, 2018. С. 435–438.
8. Щур А.В., Валько В.П., Виноградов Д.В. Экологические последствия развития интенсивного земледелия в Республике Беларусь // Проблемы региональной экологии. 2016. № 3. С. 36–40.
9. Гурин А.Г., Резвякова С.В. Архитектоника корневой системы яблони в зависимости от систем содержания почвы в междурядьях сада // Плодоводство и ягодоводство России. – 2018. – Т. 54. – С. 229–232.
10. Jiang S. et al. Multi-Objective Optimization of Smallholder Apple Production: Lessons from the Bohai Bay Region / S. Jiang, H. Zhang, W. Cong, Z. Liang, Q. Ren, C. Wang, F. Zhang, X. Jiao // Sustainability. – 2020. – V. 12. – Issue: 16. – Article Number: 6496.
11. Инструкция ЦИНАО по проведению массовых анализов почв в зональных агрохимических лабораториях. – Москва: Колос, 1973. – 55 с.
12. Исмоилов М.Т., Фелалиев А.С., Фелалиев Р.С. Перспективы развития садоводства и экономическая эффективность выращивания яблони в условиях Западного Памира // Известия Академии наук Республики Таджикистан. Отделение биологических и медицинских наук. – 2015. – № 4 (192). – С. 51–56.
13. Расулов А.Р., Калмыков М.М., Бесланеев Б.Б. Эффективность разных типов насаждения яблони в Кабардино-Балкарии // Достижения и перспективы реализации национальных проектов развития АПК: сб. науч. тр. VIII Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти проф. Б.Х. Жерукова. 19–21 ноября. – Нальчик, 2020. – С. 80–83.

14. Касторнов Н.П., Цюй Д. Экономическое обоснование устойчивого развития регионального садоводства // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2019. – № 1. – С. 145–147.

15. Леонова Н.В. Организационно-экономические аспекты развития российского садоводства // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2018. – № 1 (56). – С. 213–220.

16. Манзюк В.В., Рыбинцев И.А. Качество плодов и экономическая эффективность выращивания яблони в насаждениях с высокой плотностью посадки // Стратегические ориентиры инновационного развития АПК в современных экономических условиях: матер. междунар. науч.-практ. конф. в 5 частях. 26–28 января. Волгоград. – 2016. – С. 154–158.

17. Габиев М.А., Троц Н.М., Виноградов Д.В. Практикум по агрохимии // Кинель, 2022. 222с.

18. Питюрина И.С., Никитов С.В., Лупова Е.И. Совершенствование технологии сушки свежих плодов и овощей // В сб. Потенциал науки и современного образования в решении приоритетных задач АПК и лесного хозяйства Рязань, 2019. С. 255–258.

19. Виноградов Д.В., Турекельдиева Р.Т., Ильинский А.В., Дуйсенбаева С.Т. природопользование и устойчивое развитие биосферы // Учебное пособие / Рязань, 2020. 164с.

20. Лупова Е.И., Виноградов Д.В. Практикум по плодоводству // Учебное пособие. Рязань, 2020. 186с.

21. Ерофеева Т.В., Виноградов Д.В., Макарова Л.Ю. Экология // Учебное пособие. Рязань, 2021. 280с.

22. Виноградов Д.В., Бышов Н.В., Успенский И.А., и др. Производство ягодных культур // Рязань, 2017. 260с.

23. Марков Ю.А. Программа и методика исследований по орошению плодовых и ягодных культур. – Мичуринск, 1985. – 116 с.

24. Реймова Ф.Н., Куанышбаева Ш., Худайбергенова Н. Роль и значение бонитировки почв // Мировая наука. – 2019. – № 6 (27). – С. 391–393.

25. Савельева Н.Н. и др. Экономическая эффективность выращивания новых сортов яблони селекции «ФНЦ им. И.В. Мичурина» / Н.Н. Савельева, А.Н. Юшков, М.Ю. Акимов, А.С. Земисов // Современное садоводство. – 2017. – № 3(23). – С. 56–59.

26. Виноградов Д.В., Ильинский А.В., Данчеев Д.В. Экология агроэкосистем // Рязань, 2020. 256с.

27. Соколов О.В., Неуймин Д.С., Трунов А.И. Проблемы развития садоводства и рынка плодово-ягодной продукции в условиях импортозамещения // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2016. – № 5 (13). – С. 135–142.

Захаров В.Л., Зубкова Т.В., Шубкин С.Ю., Виноградов Д.В., Балабко П.Н.
Значение подтипа почвы и силы роста подвоя для экономической эффективности производства
плодов яблони в Тамбовской области

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»
=====

28. Крючков М.М., Мастеров А.С., Виноградов Д.В., и др. Системы обработки почв
// Горки-Рязань, 2021. 268с.
=====

Цитирование:

Захаров В.Л., Зубкова Т.В., Шубкин С.Ю., Виноградов Д.В., Балабко П.Н.
Значение подтипа почвы и силы роста подвоя для экономической эффективности
производства плодов яблони в Тамбовской области [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо:
Электронный научно-производственный журнал. – 2022. – № 5. – Режим доступа:
http://agroecoinfo.ru/STATYI/2022/5/st_527.pdf. DOI: <https://doi.org/10.51419/202125527>.